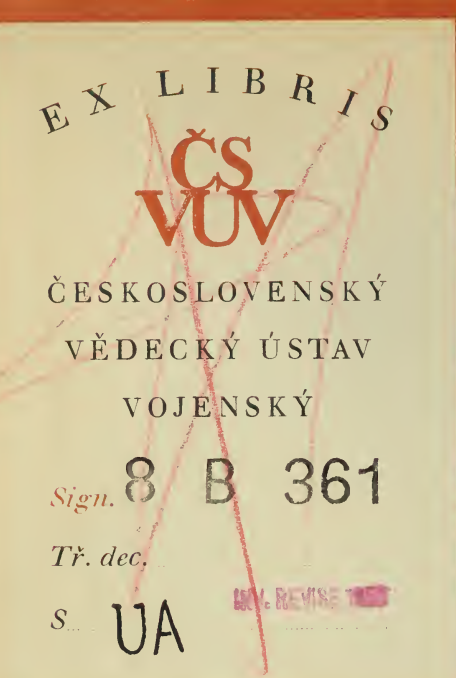
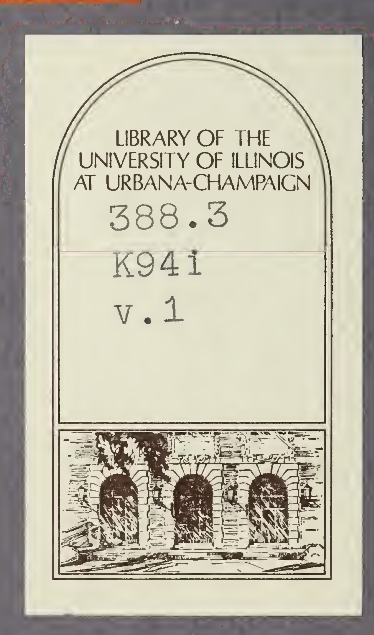


388.3
K94i
v.1


EX LIBRIS
ČS VÚV
ČESKOSLOVENSKÝ
VĚDECKÝ ÚSTAV
VOJENSKÝ
Sign. 8 B 361
Tř. dec.
S. UA


LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AT URBANA-CHAMPAIGN
388.3
K94i
v.1

369

Р. С. Ф. С. Р.

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР
А. КРЖИВИЦКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Высший Военный Редакционный Совет

Číslo zákl. 1905/-1925.

ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР
А. КРЖИВИЦКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ ПО ОБЫКНОВЕННЫМ ПУТЯМ

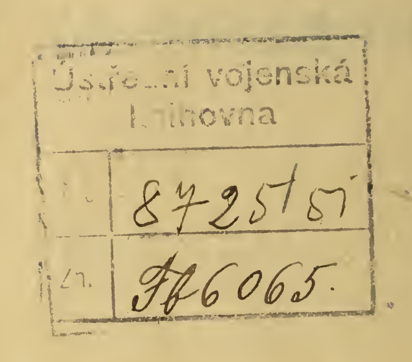
ЧАСТЬ I
ТРАКТОРЫ
С 4 И 2 ВЕДУЩИМИ
КОЛЕСАМИ

Heeresbücherei
Prag
A



ВЫСШИЙ ВОЕННЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

МОСКВА 1922



355.691.1 : 355.831 : 629.114.2 = 82

В. В. Р. С. № 484 ГВИУ Тираж 1000

Главлит № 2425 тип. „КРАСНАЯ ПЕЧАТЬ" М. Г. С. Н. Х. (быв. 27-я) Москва

314.3
K14c
v.1

Исследование средств механической перевозки грузов по обыкновенным путям.

ВВЕДЕНИЕ.

1. Зависимость способа перевозки от свойств груза, состояния пути и дальности перевозки.

Выбор способа механической перевозки грузов по обыкновенным, сухопутным (не колейным) путям определяется, главным образом, следующими обстоятельствами: размерами, весом груза и его устройством, с одной стороны, и состоянием пути движения и расстоянием перевозки—с другой. Размеры, вес груза и его устройство влияют на то, каким образом перевозить данный груз: т.-е. целиком весь данный предмет или разобрав его на составные элементы, будет ли он погружен, или пойдет ходом, а состояние пути и расстояние перевозки влияют на выбор типа механического средства для перемещения грузов. Например, перевозка гаубичной батареи с ее снарядами, прислугой и пр. должна быть организована, примерно, так: орудия, имеющие свои лафеты на колесах, должны быть прикреплены на буксир к механическому двигателю (трактору автомобильного или гусеничного типа), а прислуга, снаряды и проч., как неснабженные колесами, должны перевозиться или на самих механических двигателях (грузовиках) или же на прицепных повозках, кои будут буксироваться механическим двигателем (трактором того или иного типа). Что касается того, к какому трактору надо прицепить орудие, то это зависит от состояния пути, а именно: по шоссе, мостовой и сухой твердой грунтовой дороге орудие может быть перевезено трактором автомобильного типа с 2-мя или 4-мя ведущими колесами, а по грязной грунтовой дороге, по мокрому лугу и, вообще, по бездорожью его иногда придется вести трактором гусеничного типа. Вопрос о том, перевозить ли прислугу и снаряды на самих грузовиках или на прицепках к тракторам зависит и от со-

стояния пути и от дальности перевозки, а именно: при коротком расстоянии и подходящей дороге выгоднее везти на прицепках, буксируемых трактором автомобильного типа, ибо он скорее обернется и сделает несколько рейсов в то время, когда одни прицепки будут нагружаться, а другие разгружаться. При хорошей дороге и дальнем расстоянии этот груз, может быть, будет выгоднее перебросить на простых грузовиках, использовав при хорошей дороге их скорость; в тех же условиях и особенно ради использования скорости и самые орудия выгоднее буксировать трактором автомобильного типа. При бездорожьи придется прислугу, снаряды и проч. везти трактором гусеничного типа и притом, погрузив их на прицепки, ибо, во-первых, только такой трактор безусловно надежно перевезет по бездорожью, а во-вторых, так как на него грузить почти ничего нельзя за отсутствием на нем места, то приходится брать прицепки.

Из данного примера видно, что для перевозки одного и того же груза в разных условиях приходится пользоваться различными механическими двигателями, в зависимости от различных обстоятельств и условий перевозки, и даже в одних и тех же условиях перевозки различные составные части неделимого с военной точки зрения груза (как, например, гаубичный взвод, гаубичная батарея и т. п.) должны перевозиться различными механическими двигателями, а именно, тракторами гусеничными или автомобильного образца, путем прицепки к ним самого груза, или же путем погрузки груза на прицепки и, наконец, грузовиками на себе.

2. Необходимость иметь возможно меньше типов машин для перевозки грузов, особенно в военном ведомстве.

Таким образом, выходит, что,например, гаубичная батарея должна быть снабжена и тракторами двух видов, и прицепками к ним, и обыкновенными грузовиками, дабы быть оборудованной наиболее подходящим способом для различных условий передвижения, в крайнем случае она должна быть оборудована тракторами хотя бы одного образца и грузовиками. С эксплоатационной точки зрения даже и это последнее решение надо считать сложным, а тем более является сложным оборудование, положим, батареи тракторами двух типов (гусеничными и автомобильными), прицепками и грузовиками. Вот почему невольно возникает вопрос, нельзя ли уменьшить число видов механических двигателей, идущих на снабжение, например, батареи, выбрав такую систему их, чтобы она одна давала, если не идеальное, то все же приемлемое решение механического передвижения грузов во всяких реальных условиях и притом при боевой обстановке и

вообще, в зоне военных действий. Что касается вопроса о способе перевозки, т.-е. путем ли буксирования груза или погрузки его на машину, то, конечно, этот вопрос может быть решен в том смысле, что машина одного и того же образца может и тянуть катящийся груз за собой, и везти груз на себе (грузовозы с 4 ведущими колесами и при некоторых условиях с 2 ведущими колесами). Но сделать такую машину, которая могла бы одинаково успешно ходить и по шоссе и по бездорожью, пока не удалось или, вернее, трактор гусеничный, способный надежно возить за собой груз и по шоссе, и по бездорожью, не может вполне удовлетворять требованиям, пред'явленным к перевозкам, ибо развивает недостаточную скорость, а при значительной—портит дороги.

3. Универсальный тип механического двигателя для перевозки грузов, его положительные и отрицательные свойства.

Таким образом, собственно универсальным, хотя и несовершенным механическим двигателем, отвечающим требованиям перевозки наиболее сложных грузов, например, военных (гаубичные батареи и т. п.), надо признать трактор гусеничный, снабженный прицепками, кои, как и обыкновенные повозки, не могут особенно усложнять обслуживание такого транспорта. В тех же условиях, когда необходимо развить при передвижении большую скорость и когда состояние дороги это позволяет, вышеуказанный универсальный тип должен быть заменен трактором с 2-мя или 4-мя ведущими колесами и притом с прицепками или без прицепок, в зависимости от обстоятельств перевозки, ибо собственно по своей конструкции такой трактор не нуждается в прицепках, т. к. может везти груз и за собой, и на себе.

Рассмотренные условия перевозки грузов относятся, главным образом, к сравнительно медленному передвижению неделимых военных грузов, состоящих из разнородных элементов.

Что же касается быстрого передвижения различных массовых и однородных по своему составу военных и продовольственных грузов (войска, снаряжение, провиант, раненые, снаряды, патроны, и т. п.), то для этой цели могут служить $1^{1}/_{2}$-тонные грузовики на пневматических шинах, кои почти универсальны в отношении дорог и притом развивают ту скорость, какая может быть допущена при массовом на них движении, обладая в то же время способностью ходить почти по бездорожью.

Все вышеизложенное почти неприменимо к пути, покрытому рыхлым снегом значительной толщины. В этих условиях не может успешно работать ни один из указанных выше механических двига-

телей, и требуется особое приспособление для движения по снегу, коим должен быть снабжен либо трактор, либо грузовик. В виду таких специальных обстоятельств, в дальнейшем будет итти речь только о машинах, годных для работы на путях, вовсе не покрытых снегом, или же покрытых снегом, но в твердом теле, или хотя в рыхлом, но тонким слоем.

Исследование же приспособлений механических двигателей для работы на снежном бездорожье должно явиться предметом особого труда, как чрезвычайно сложный вопрос.

4. Необходимость иметь тип, наиболее близкий к универсальному—трактор с 4 ведущими колесами.

Резюмируя вышеизложенное, приходим к заключению, что для удовлетворения всех требований, пред'являемых к механическим двигателям при перевозках различных грузов при всяких условиях перевозки и по всяким путям и по бездорожью, надо иметь механические двигатели 3 типов, а именно: во-первых, гусеничный трактор так-называемого транспортного типа с прицепками, способный двигаться по всяким дорогам и по бездорожью, хотя и медленно (8—15 верст в час), но надежно; во-вторых, трактор автомобильного типа с 4 или 2 ведущими колесами, не только заменяющий 3 и 5-тонный грузовик, но способный буксировать прицепной груз со скоростью обыкновенного грузовика (12—20 верст в час) по дороге с сравнительно твердой корой, или по твердому бездорожью и, наконец, в-третьих, легкий 1½-тонный грузовик на двойных задних пневматических шинах, развивающий на хорошей дороге скорость до 45—60 верст и способный двигаться сравнительно легко по бездорожью.

Первый тип механического двигателя—гусеничный трактор наиболее отвечает требованиям артиллерии, заводов, глухих провинций, не имеющих никаких дорог, третий—легкий грузовик—массовому и быстрому сосредоточиванию однородных грузов в известных пунктах; второй же тип—трактор с 2 или 4 ведущими колесами, представляя собой тип средний между вышеуказанными, отвечает наибольшему числу потребностей в механическом передвижении грузов и потому должен играть большую роль, особенно в военном и продовольственном транспорте. Для того же, чтобы применение его возможно было полнее и дабы район действий его был возможно шире, необходимо на ряду с усовершенствованием этого рода машин улучшать и пути сообщения, строя дороги, пригодные для движения автомашины, что, вообще говоря, гораздо легче и гораздо полезнее, чем перестраивать машины, подгоняя их к условиям пути, за разнообразием коих трудно

угнаться машиностроению; в то же время такое решение вопроса о перевозках грузов явилось бы весьма односторонним.

5. Необходимость дополнить его типами, везде проходящими, с одной стороны, и быстроходными—с другой.

Для того, чтобы выяснить, какими возможностями можно обладать в данное время в смысле передвижения грузов по обыкновенным путям, необходимо исследовать 3 вышеуказанных типа грузомашин, считаясь с ныне известными образцами их. При этом правильнее начать с грузомашин с 4 ведущими колесами, представляющих интерес, во-первых, в смысле сравнительной новизны их и, во-вторых, в смысле значительной универсальности их. Это последнее обстоятельство должно быть подтверждено предстоящим исследованием. Необходимо, конечно, оговориться теперь же, что машины с механической передачей на 4-х ведущих колесах a priori сложнее машин с 2-мя ведущими колесами, а потому необходимо попутно обследовать и такие машины с 2-мя ведущими колесами, которые претендуют выполнить все те же работы, как и более сложные машины с 4-мя ведущими колесами, а также и те машины, где стремление избавиться от сложных передач на 4 колеса выразилось введением электрической передачи (грузовозы электромеханические).

ЧАСТЬ I.

Грузовозы с 4 и 2 ведущими колесами.

1. Материалы, имевшиеся в распоряжении автора, и краткая история вопроса.

Подходя к исследованию вопроса об автомашинах с 4-мя ведущими колесами, приходится прежде всего отметить, что при настоящих условиях сношений с Зап. Европой и Америкой последние подробные опытные данные, имевшиеся в распоряжении автора о фактической работе там таких машин, относятся к 1916 году, когда он наблюдал работу таких тракторов у бывших наших союзников на западном фронте. Что касается работы таких машин у наших бывших противников, то автор о ней материалов не имеет. В России работали и работают сейчас американские грузовики F. W. D. и Джеффери с 4-мя ведущими колесами. Таким образом, автомашины с 4-мя ведущими колесами в европейскую войну и до нее в западно-европейской промышленности и на войне работали и как грузовики, и как тракторы, почему их и можно назвать вообще грузовозами с 4-мя ведущими колесами. Все дальнейшие сведения почерпнуты автором из заграничных журналов 1920—1921 годов.

Кроме того, приходится совершенно определенно установить, что Франция и Италия для переброски больших тяжестей пользовались в начале войны преимущественно и даже почти исключительно тракторами автомобильного типа с 4 и с 2 ведущими колесами, в то время как Англия, вообще придерживавшаяся в механике старых, испытанных, подчас устарелых образцов, пользовалась для той же цели, главным образом, тракторами сельско-хозяйственного образца с гусеницами, с керосиновыми моторами автомобильного типа, а иногда и паровыми, и притом почти независимо от состояния пути и веса грузов. Предпочтение той или иной системы при подходящих путях

зависит от организации дела перевозок, при чем Франция и Италия считали, что тракторы автомобильного типа с 4 ведущими колесами дают полную возможность надежно организовать перевозки по шоссейным и сравнительно хорошим грунтовым дорогам. При этом, конечно, приходилось делать лишние концы, ненужные, если бы эти тракторы везде проходили по целине, но лишние концы при полной надежности движения по шоссе настолько искупались сравнительно большой скоростью тракторов с 4 ведущими колесами, что в конечном результате, как указано выше, признавалось более выгодным не сходить с дорог, имеющих твердую кору или не очень вязкую и разбитую.

До войны эксплоатация и изучение свойств тракторов с 4 ведущими колесами солиднее всего были поставлены во Франции, поэтому в настоящей статье использованы прежде всего французские опытные материалы, которые вполне оправдались дальнейшей службой на фронте в войну 1914—1918 годов.

Переходя к истории вопроса, приходится установить, что первые опыты во Франции с автомашиной, имевшей 4 ведущих колеса, были произведены французской комиссией автомобильного военного транспорта (Commission des transports militaires par automobiles) в 1907—1908 гг. на Монт-Валериан и затем на полигоне в Версале с пушечным автомобилем системы Австрийского Даймлера. Опыты производились на изрытой местности, пересеченной железными дорогами, валами и различными препятствиями с под'емами до 30% и показали воочию преимущества машин с 4 ведущими колесами. Но опыты эти не имели никакого практического значения, ибо машина была слишком узко специальная, с мало полезной нагрузкой и в то же время весьма сложная, вдобавок иностранной конструкции, так что вызвала интерес только среди французского военного министерства но не среди французских конструкторов. Но этот опыт утвердил идею применения «полного сцепления» путем обращения всех колес в ведущие, подготовил персонал в военном министерстве к более обстоятельным опытам, кои были организованы в 1913—14 году, как раз теми, кто присутствовал при первых французских опытах с Австрийским Даймлером.

Творец французской артиллерии начала двадцатого столетия полковник Deport, очень долгое время занимавшийся вопросом о механических перевозках артиллерии по бездорожью, поручил в 1910 г. французской фирме Панар и Левассор разработку вопроса о тракторе с 4 ведущими колесами, результатом чего в конце 1911 г. появился на свет первый французский трактор с 4 ведущими колесами системы Шатильон-Панар. Этот трактор, мало чем отличавшийся от трактора

той же фирмы образца 1913 г., был испытан в 1911 г. в Сатори (Satory) в присутствии членов Центральной Автомобильной Комиссии. Во время испытаний на пересеченной местности полигона Сатори он поднимался с грузом общего веса 18 тонн на под'емы в 11%, преодолевая различные препятствия, в том числе переезжал через бревно диаметром 35 сантиметров (до 8 вершков), положенное поперек его пути.

Опыты с ним были повторены в официальной обстановке в июле 1912 года в окрестностях Венсена по перевозкам материальной части орудий калибра 155 и 220 миллиметров. Опыты были столь удачны, что побудили артиллерийское ведомство привлечь к участию на маневрах в Анжу осенью 1912 г. целый поезд с 220 миллиметровыми мортирами.

Результаты оказались также благоприятными для трактора. Это побудило французское военное министерство назначить на март 1913 г. конкурс тракторов с 4 ведущими колесами. Конкурс состоялся, при чем в нем, кроме трактора Шатильон-Панар, приняли участие еще 2 трактора системы Блюм-Лятиль и Балаховский и Кэр; из всех только Панар удовлетворил условиям конкурса, а потому несколько экземпляров таких тракторов было приобретено французским военным министерством; они учавствовали на маневрах 1913 г. Все вышеперечисленные французские испытания автомашин с 4 ведущими колесами происходили при исключительно хорошей сухой погоде, но в условиях совершенно непоучительных для опытов и малопоказательных, вот почему в настоящей статье не приводятся более подробные сведения о них.

После маневров 1913 г. французским военным министерством был назначен на март 1914 г. новый конкурс тракторов с 4 ведущими колесами. Конкурс этот состоялся между 2 и 24 марта, происходил почти исключительно на грунтовых дорогах и в исключительно дождливое время, участвовало в нем 11 машин 6-ти систем и 4-х фирм. Все вышеуказанные обстоятельства сделали конкурс весьма интересным и поучительным, а потому на нем необходимо остановиться подробнее, пользуясь описаниями его, сделанными Commendant Ferrus в журнале «Le poids lourd» от 23 февраля, 13, 20 и 27 марта, 3, 10 и 24 апреля и 1 мая 1914 г. Но прежде чем приступить к разбору материалов этого отчета в „Le poids lourd“, полагается полезным привести теоретическое исследование разницы работы машин с 2 и 4 ведущими колесами, пользуясь данными статьи Charles Blum'a «Грузовозы с 4 ведущими колесами» (Etudes sur les véhicules automobiles à quatre roues motrices. Paris. 1913 г.), в основу которого положены не только теоретические подсчеты, но и результаты опытов 1913 г.

2. Теоретическое исследование.

Переходя к сравнительному изучению движения грузовоза с 2 ведущими колесами и с 4-мя в одинаковых условиях на различных грунтах, прежде всего рассмотрим работу его, как грузовика, в следующих трех случаях:

1) надо взять препятствие одним из 2 колес: камень, тумбу, кучу и т. п.,

2) надо взять препятствие, стоящее сразу перед 2 колесами (тротуарный бордюр, откос, канаву...),

3) надо взять под'ем.

Во всех этих случаях принимаем, что коэффициет сцепления резиновых шин = 0,5 и что сила тяги достаточна для надлежащего использования наибольшего коэффициента сцепления; для этого придется брать достаточно сильный мотор и подходящие передачи.

Кроме того, в двух первых случаях предполагаем, что колеса, не встречающие препятствия, идут по ровному месту и что усилие, необходимое для передвижения этих колес, незначительно в сравнении с таковым для преодоления препятствия.

Для простоты в дальнейшем будем называть «задача А», когда имеем дело с 2 ведущими колесами, и «задача Б», когда 4 ведущих колеса. При 2 ведущих колесах таковыми будем считать задние, как это обыкновенно бывает на практике.

Преодоление препятствий.

Колесо, встречающее препятствие в точке a, находится под действием двух сил: 1) приходящейся на него нагрузки p и 2) усилия тяги (см. рис. № 1).

Для того, чтобы колесо поднялось, надо, чтобы первая сила была меньше или равна второй, то-есть, чтобы сумма сил толкающих была больше сопротивления; при равенстве будет наибольшая высота препятствия. Усилия тяги двух видов:

1) развиваемое ведущим колесом, направленное по касательной к нему и приложенное в точке касания его с препятствием (сила aT),

2) происходящее от толкания других колес и передаваемое осью, а потому оно выражается лишь своей горизонтальной, составляющей aF; эта сила дает составляющую $at = F \cos \alpha$.

Нагрузка p дает составляющую, направленную по касательной в точке a и равную $as = p . \sin \alpha$; здесь α есть угол между вертикалью и радиусом OA.

Таким образом, наибольшая высота препятствия ab обусловливается равенством $p. \sin \alpha = T + F \cos \alpha$; $p \sin \alpha - T = F \cos \alpha$; $p \sin \alpha - T - F \cos \alpha = O \dots I$; исследуем его в разных случаях.

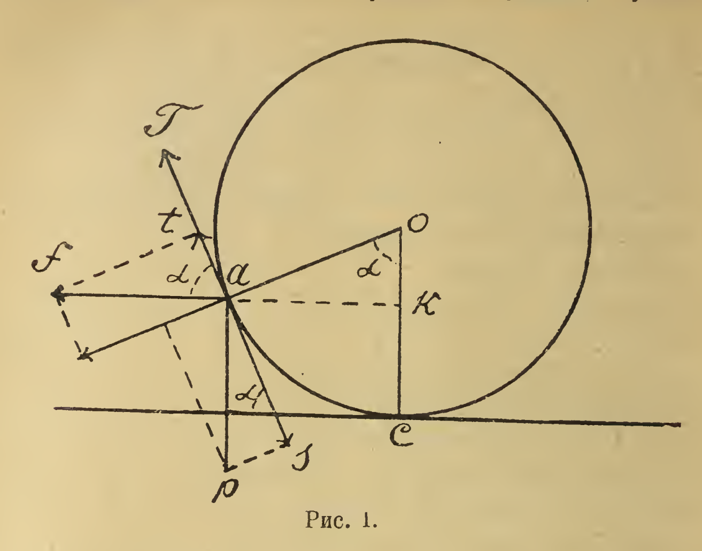


Рис. 1.

а 1. Преодоление препятствия.

Задача А. Берем одно из двух ведущих колес; $T = \varphi p$, где φ коэффициент сцепления; наибольшую величину для φ берем $= 0{,}5$, $T = 0{,}5 p$.

Если колесо как раз перед препятствием, то сила F, даваемая другим колесом тоже $= \frac{p}{2}$ и тогда α получается из уравнения:

$$p \sin \alpha - \frac{p}{2} - \frac{p}{2} \cos \alpha = O; 4 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} = O; tg \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}$$

$$a = 54^{\circ}.$$

Сответствующий под'ем = sin угла будет 80%; при колесе диаметром = 1 мтр, высота переходимого препятствия будет =

$$= ab = ck = oc - ok = oc - oa \cos \alpha = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \alpha = \frac{1 - \cos \alpha}{2},$$

откуда $ab = 20$ смтр.

Берем неведущее колесо с нагрузкой p_1. Сила $T = 0$, $F =$ силе тяги $= 2 \times 0{,}5\, p = p$;

$$p_1 \sin \alpha - p \cos \alpha = o; tg = \frac{p}{p_1}.$$

Максимум зависит от распределения нагрузки.

Случай, когда передние колеса преодолевают бо́льшие препятствия, чем задние — не интересен, ибо практического значения не имеет.

Если в первом случае $tg\,\frac{\alpha}{2}=\frac{1}{2}$ то $tg\,\alpha=\frac{4}{3}=\frac{p}{p_1}$; отсюда следует, что когда передняя ось несет менее $^3/_7$ общего веса, то передние колеса идут всюду там, где задние. Так как вообще передние колеса несут меньше, то обыкновенно передние колеса проходят всюду, где задние, и наименьшая высота препятствия та же, что и вычисленная для заднего. Поэтому можно сказать, что для автомобиля с 2-мя ведущими колесами максимум препятствия, преодолеваемого одним колесом, соответствует углу в 54^0 при высоте препятствия 20 с/м.

Задача Б. Одинаковое распределение нагрузки на все 4 колеса дает машинам с 4 ведущими колесами способность преодолеть наибольшее препятствие, ибо лишь при этих условиях переднее колесо пройдет там, где пройдет заднее и наоборот.

Предположим, что обе оси одинаково нагружены, и на каждое колесо имеем $\frac{P}{4}$, где P общий вес.

Касательное усилие

$$T=\frac{P}{8} \text{ при } \varphi=0{,}5;\ F=\frac{3}{8}P;\ \frac{P}{4}\sin\alpha-\frac{P}{8}=\frac{3P}{8}\cos\alpha=0.$$

$$tg\,\frac{\alpha}{2}=\sqrt{3}-1=0{,}732;\ \frac{\alpha}{2}=36{,}5^0;\ \alpha=73^0.$$

Автомобиль с 4 ведущими колесами может преодолеть фронтальное препятствие такое, которому соответствует угол $=73^0$, соответствующий под'ему 95% при высоте препятствия 35 с/м. и при колесе диаметром 1 метр.

б 2. Переход через препятствие сразу 2 колесами.

Задача А. Имея препятствие перед 2-мя ведущими колесами, работающими каждое самостоятельно, получаем

$$p.\sin\alpha-\frac{p}{2}=o;\quad \sin\alpha=\frac{1}{2};\ \alpha=30^0.$$

Для передних колес, переходящих препятствие, получаем

$$p_1\sin\alpha-\frac{p}{2}\cos\alpha=o;\ tg\,\alpha=\frac{p}{2p_1}, \text{то есть } \frac{p}{2p_1}\geqslant tg\,30^0;\ \ p\geqslant 2\,tg\,30.\ p_1$$

$p\geqslant 1.54\,p_1$, где p давление на ведущее колесо, а p_1 давление на холостое; это условие всегда соблюдается.

В этих условиях наибольшее препятствие, преодолеваемое фронтально автомобилем при помощи задних колес, соответствует углу $\alpha=30^0$, что дает под'ем 50% при высоте препятствия 7,2 с/м. при колесе в 1 метр.

Задача Б. Каждое из ведущих колес работает самостоятельно и получает усилие одного из колес, не встречающих препятствия; равенство 1 дает

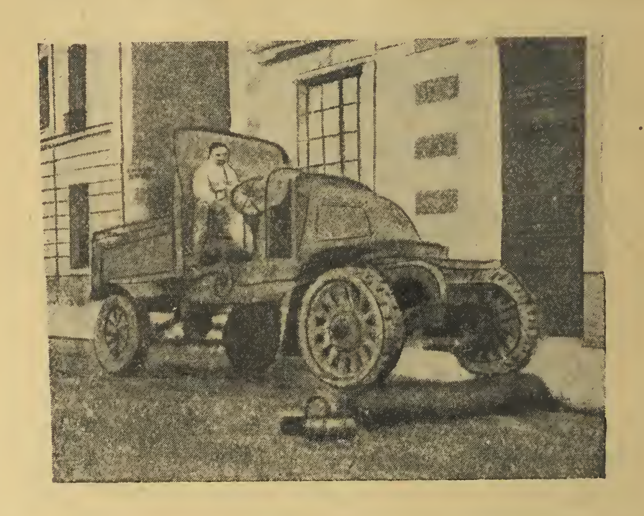
$$\frac{p}{4}\sin\alpha - \frac{p}{8} - \frac{p}{8}\cos\alpha = o$$

$$2\ \sin\alpha - 1 \times \cos\alpha = o$$

$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}$; $\alpha = 54^0$, что соответствует под'ему

80% при высоте препятствия 20 с/м. для колес в 1 метр. (фот. № А).

в III. Под'емы.



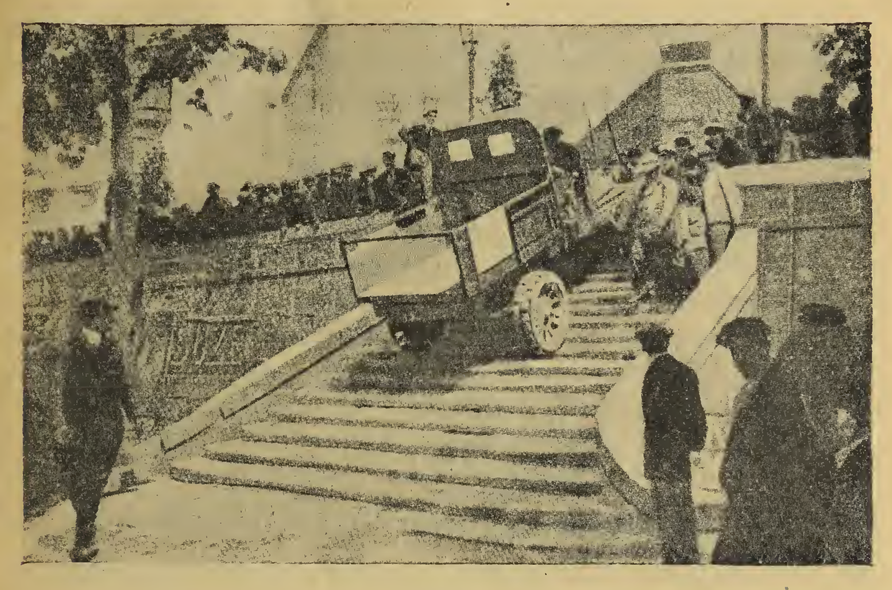
Фот. А.

Задача А. В наиболее общем случае задняя ось повозки несет $^2/_3$ общего груза. Легко видеть, что при крутом под'еме при этих условиях на ведущую ось придется до $^4/_5$ общего веса. Приняв такое распределение, предположим, что повозка берет максимальный под'ем, который она может преодолеть. Если P общий вес в тоннах, то давление на ведущую ось будет $\frac{4}{5}P$, а наибольшая сила тяги $\frac{2}{5}P$ при $\varphi = 0{,}5$. Применяя обычную формулу, получим P_1—силу, необходимую для преодоления под'ема, выражаемую в килограммометрах, равную $(30 + 10\,X)\,P$, при крутизне под'ема в X % и при коэффициенте $K = 0{,}03$ сопротивления катанию.

Наибольший под'ем дает формула

$1000 \times \frac{2}{5}p = (30 + 10\,X)\ P$; $X = 37$, то есть крутизна 37%.

Задача Б. Давление на ведущие оси равняется полному весу, наибольшая сила тяги равна $\frac{P}{2}$, откуда $1000 \times \frac{P}{2} = (30 + 10\,X)\,P$; $X = 47$, то есть крутизна 47% (фот. № Б).



Фот. Б.

На такой под'ем можно подняться и при любом распределении груза. Под'ем в 47% есть наибольший, который может преодолеть одна повозка, при коэффициенте сцепления резиновых шин $= 0{,}5$. Применяя приспособления для увеличения сцепления, можно преодолевать и более крупные под'емы. Имеются примеры под'ема повозки с 4 ведущими колесами с бандажами из резиновых колодок на травянистый скат в 52% (30^0 или около $\frac{3}{5} - \frac{1}{2}$).

Итак, грузовик с 4 ведущими колесами имеет преимущество перед обыкновенным в способности двигаться по различным грунтам, ибо он способен преодолевать препятствия почти втрое значительнее и входить на откосы более крутые.

Кроме того, почти во всех известных конструкциях автомашин с 4 ведущими колесами мы видим, что вес, приходящийся на каждую ось, равняется $^1/_2$ общего, и всегда много меньше такового в обыкновенных грузовиках, и поэтому они выбираются гораздо легче на плохих дорогах, где обыкновенные грузовозы застревают. Поэтому

применение их особенно полезно для военных целей, требующих способности легко проходить по всяким дорогам, и для провинций, где по большей части слаб надзор за путями.

г. Употребление грузовозов с 4 ведущими колесами в качестве тракторов. [1])

Ежедневно пред'являются все более и более серьезные требования по перевозке грузов. Задачи эти могут разрешаться или употреблением более мощных грузовиков, или тракторами. В больших грузовиках основное неудобство то, что одновременно с увеличением полезной нагрузки надо увеличивать и мертвый груз, вследствие чего получается опасное для дороги давление на ведущую ось; порча же дорог отзывается прежде всего на самих автомобилях. Выходом из этого является стремление разложить груз на несколько осей, которые делаются ведущими, что дает возможность: 1) не выходя из допустимого мертвого веса, развивать достаточную силу тяги, 2) полностью использовать мощность мотора и 3) в значительной степени быть гарантированным от буксования колес. Поясним примером.

Полагая, что общий вес поезда, который нужно тянуть, есть P тонн, под'ем S%, P_1 — давление на ось, которая должна тянуть поезд; P_1 получится из формулы: $P_1 \varphi = (P.K + P\frac{s}{a}$), принимая $S = 12$% (как это принято обыкновенно в условиях военного ведомства) и $K = 0{,}03$ (коэффициент сопротивления катанию на шоссе), P_1 должно быть $= \frac{150}{\varphi} P$, где P_1 в килограммах, а P в тоннах.

Пр 4 ведущих колесах мы имеем $2P_1$, поэтому давление на ведущие оси: $P_1 = 300\,P$; таким образом, если понадобится тянуть на под'ем в 12% поезд общим весом $P = 20$ тонн, то давление на ведущие оси должно быть: $P_1 = 6000$ килограммам, а на одну (каждую) по 3000 к.

При 2 ведущих колесах это давление пришлось бы на одну ось, что неприемлемо для обыкновенных дорог. Практика показывает, что гораздо выгоднее нагружать не сам трактор, а прицепки, которые на время нагрузки и выгрузки отцепляются, освобождая трактор от необходимости тратить время на простой во время нагрузки.

Поэтому приходим к выводу: необходимое давление на ведущие оси надо получать целиком от мертвого веса трактора, делая обе оси ведущими. В обыкновенных условиях, если трактор весит порожняком 4000 килограмм, то добавка к нему еще 2000 кил. груза даст ему возможность развить максимальную силу тяги. В полевом военном

---

[1]) Грузовиком будем называть машину, везущую весь груз на себе, а трактором—везущую большую часть груза за собой и лишь незначительную часть на себе.

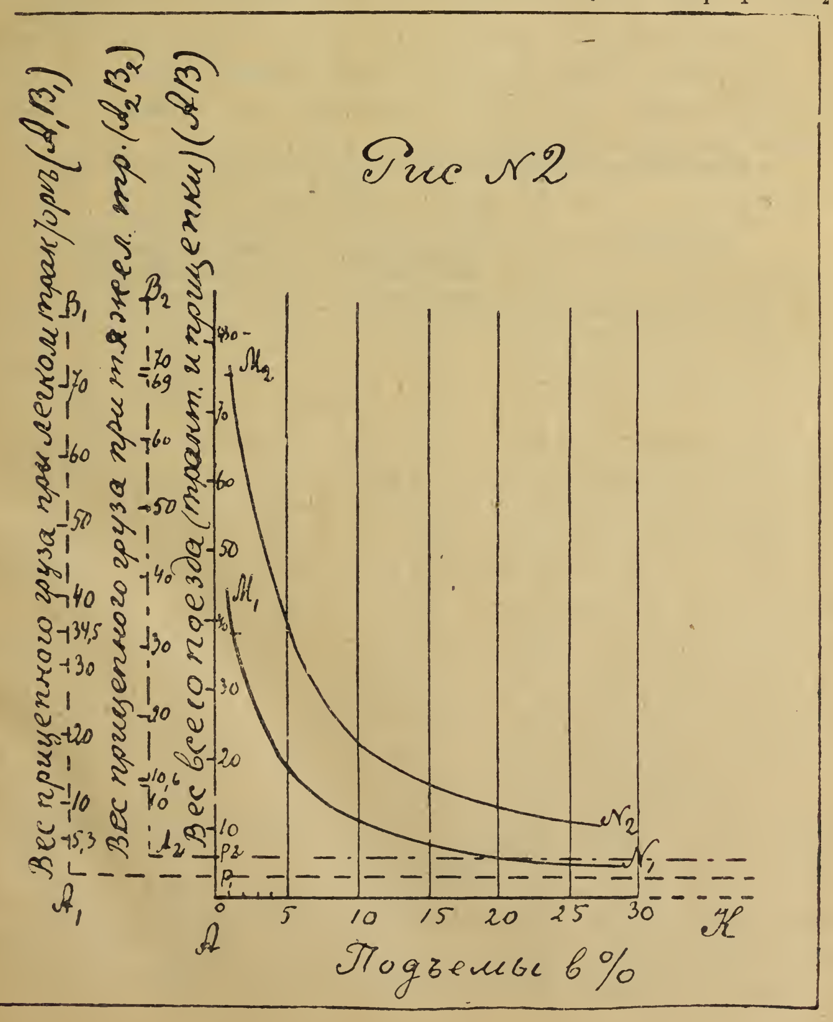
транспорте эти 2000 кил. могут составиться из веса прислуги, их багажа, провизии и запасных частей, в то время, когда прицепками могут быть орудия и т. п. неделимые грузы.

Легкими тракторами (например, 3000 кл., при давлении на ось 1500 кил.) пользуются, главным образом, для движения по различным грунтам, причем такие тракторы могут тем не менее тянуть на под'ем в 12%.

Таким образом, мы имеем об'ектом изучения 2 типа: 1—трактор легкий, весящий пустой 3 тонны, второй—тяжелый, весящий от 4-х до 5-ти тонн и которому добавляют еще вес до 6-ти тонн.

д. Расчет прицепного груза.

В первом случае мы имеем при $\varphi = 0{,}5$ максимальное усилие на ободе 1500 килограммов, во втором 3000. Кривые $M_1 N_1$ и $M_2 N_2$



(рис. № 2) дают в каждом случае тот вес, который может быть перевозим трактором при данном под'еме, считая и вес самого трактора (в координатах AB и AK).

Для построения их берется формула $P = \frac{P_1}{30 + 10s}$, где P общий вес всего поезда.

На чертеже линия AK — под'емы в % (0—30).

Линия AB общий вес P в тоннах.

AB_1 вес легкого трактора 3 тонн;

AB_2 вес тяжелого трактора 6 тонн;

оба эти веса вычитаются из веса P, поэтому по линии $A_1 B_1$ откладываются веса прицепного груза, перевозимого легким трактором, а по линии $A_2 B_2$ — веса прицепного груза, перевозимого тяжелым трактором.

По этим кривым следовательно можно найти тот прицепной груз, который при данном под'еме может тянуть трактор, а следовательно находить наилучшую утилизацию силы мотора. Пользуясь кривыми, получаем следующие результаты:

ПОД'ЕМ в %.	При $\varphi = 0{,}5$. Вес прицепного груза перевозимого:	
	Легким трактором при силе тяги 1500 килограмм.	Тяжелым трактором при силе тяги 3000 килогр.
1	34,5	69
2	27	54
3	22	44
4	18,4	36,8
5	16	32
6	13,5	27
7	12	24
8	10,5	21
9	9,5	19
10	8,5	17
11	7,5	15
12	7	14
13	6,4	12,8
14	5,7	11,4
15	5,3	10,6

Подсчитаем силу мотора, необходимого для каждого трактора. Она определяется скоростью, с которой предполагается брать максимальный под'ем.

Если дана сила тяги и скорость, то определяем отдачу на ободе. Если V скорость в метрах в секунду, то отдача на ободе в лошадях $\frac{FV}{75}$, где $F = P_1 \varphi$; принимая скорость 0,75 метр. в секунду, получим в час 2,7 километра.

Для легкого трактора достаточно на ободе 15 лошадей, для тяжелого 30 лошадей.

$$1) \ \frac{15000 \times 0{,}75}{75} = 15 \text{ лош.}; \quad 2) \ \frac{3000 \times 0{,}75}{75} = 30 \text{ лош.}$$

Принимая отдачу конструкции 65% (хотя получали 75%), найдем мощность мотора:

$$\text{для легкого трактора } \frac{15}{0{,}65} = 23 \text{ лош.}$$

$$\text{для тяжелого} \quad \text{»} \quad \frac{30}{0{,}65} = 46 \text{ лош.}$$

Эти мощности одинаковы с применяемыми в обыкновенных грузовиках.

Единственным нововведением для тракторов должна являться большая гамма скоростей, как для преодоления под'емов, так и для трудных грунтов: эта большая гамма скоростей бесполезна в обыкновенных грузовиках, ибо сила сцепления у них не позволяет развивать соответствующего усилия.

Особенно для легкого трактора, у которого мотор слабее и который должен тянуть более легкий груз и предназначается преимущественно для движений по различным грунтам, полезно иметь более обширную гамму скоростей, и потому надо предусмотреть по крайней мере 5, но предпочтительнее 8 скоростей.

Трактор должен иметь лебедку, позволяющую ему в случае под'емов более трудных, чем предусмотренные, подтягивать ею прицепки, после того как он поднимется один. Лебедки может не быть, когда работа трактора заранее известна и регулярна, и она должна быть всякий раз, когда работа его не регулярна, и могут представиться более тяжелые грузы или более тяжелые переходы.

3. Исследование результатов конкурса 1914 г. и других испытаний.

Этому теоретическому исследованию в значительной степени соответствуют условия конкурса, составленные французским министерством и выполненные конструкторами. Полный перевод этих

условий конкурса имеется в книге В. Коллонтая «Грузовики-тракторы», в журнале «Автомобиль» за март 1914 г. и в журнале «Самоход» за октябрь 1916 г.

Поэтому ограничиваемся лишь указанием на главнейшие условия конкурса.

Тракторы подразделены на две категории:

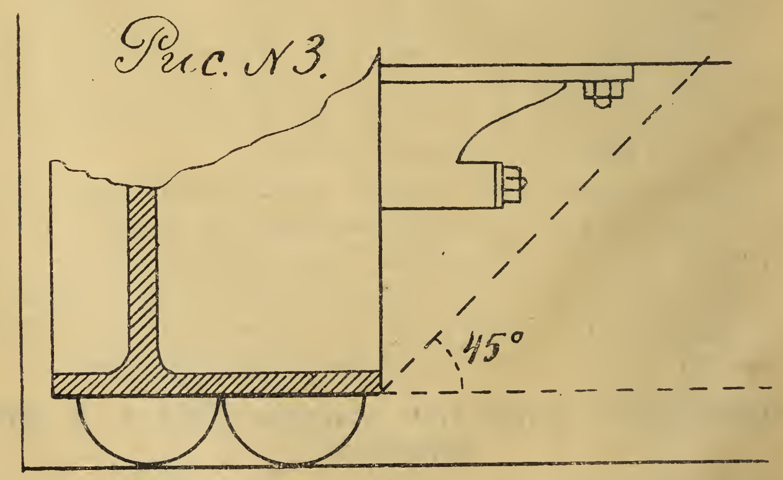
Первая категория—тяжелые тракторы, способные тянуть по меньшей мере 15 тонн прицепного полезного груза.

Вторая категория—легкие тракторы, способные тянуть по меньшей мере 8 тонн прицепного полезного груза.

А. Главные основные условия для тракторов с 4 ведущими колесами во время конкурса 1914 г. во Франции.

§ I. Пустой трактор не должен весить более 5500 кило для первой категории и 3500 кило для второй. Он должен брать на себя полезного груза по меньшей мере 2000 кило, во всяком случае для испытания силы тяги весь вес не должен превышать 7500 кило для первой категории и 5500 кило для второй. Для пустого или равномерно нагруженного трактора наибольшая предельная нагрузка на ось не должна превышать 0,6 общего груза системы и притом 4500 кило.

Все части, в частности все тяги управления должны быть над землей по меньшей мере на 0,3 метр. при полной нагрузке; исключение сделано для колес, зубчатых венцов колес, тормозных бараба-



нов и других частей тормоза, которые должны быть помещены выше плоскости касательной к нижней части металлического обода колеса и составляющей угол в 45° с горизонтом (рис. № 3).

§ III. Мотор 4-х цилиндровый, он должен развивать нормальную силу при 1000 оборотов в минуту (максимум).

Карбюратор автоматический, он должен допускать употребление бензина, бензола и карбюрированного алкоголя.

Охлаждение—водяное (радиатор и вентилятор), широко рассчитанное, дабы мотор мог в известных случаях развивать в продолжение 30 минут силу, необходимую для тяги установленных грузов (§ 13).

§ IV. Сцепление должно быть прогрессивное, особое приспособление должно позволять выключать по желанию врозь или вместе имеющиеся дифференциалы.

Скорости должны быть по меньшей мере 4 и задний ход. Первая скорость должна быть рассчитана так, чтобы дать возможность трактору развить на крюке на ровной и хорошей дороге силу тяги $^{2}/_{5}$ своего общего веса с наибольшей нагрузкой.

§ V. Трактор должен быть снабжен прибором для тяги (лебедка, кабестан или друг.), приводимым в движение от мотора и позволяющим удобное сматывание и накатывание каната безразлично как при нагруженной и пустой платформе. Эта лебедка должна быть снабжена кабелем, канатом или цепью в 50 метров длины. Она должна быть расположена так, чтобы с помощью обратного блока (шкива) и при наличии направляющих можно было тянуть одинаково хорошо грузы как стоящие спереди, так и сзади.

Лебедка должна иметь свертыватель либо автоматический, либо легко приводимый в действие одним человеком.

§ VIII. Колеса одинаковые как передние, так и задние. Наибольший груз, несомый каждою отдельною шиной, не должен превышать:

На 1 пог. с/м проекции двойной шины[1]).	Ширина бандажа в мил.	Максимальный груз на шину.
81,8 килогр.	110	900 килогр.
87,4 »	120	1059 »
92,2 »	130	1200 »
99,8 »	140	1350 »
106,2 »	160	1700 »

Колеса должны допускать укрепление цепей или других подобных приспособлений против скольжения.

§ IX. Трактор должен быть снабжен как спереди, так и сзади крюком для сцепки, позволяющей ему тянуть другой экипаж или быть самому прицепленным либо другим трактором, либо лошадьми. Каждый из этих крюков должен быть рассчитан на тягу в 2000 кило.

[1]) С точки зрения прочности шин и дороги (вычислен. и примеч. автора).

Сзади трактор должен быть снабжен, кроме того, сцепным прибором артиллерийского образца, упругим для смягчения сцепки.

Условия работы трактора с 4 ведущими колесами.

§ XIII. Отдельный трактор с максимальным полезным грузом на нем должен брать под'емы 18%. На дороге, имеющей под'емы до 8%, он должен давать среднюю скорость 15 километр. в час, не превышая временной скорости более 25 километр. в час.

Трактор должен тянуть катящегося груза минимум 15 тонн для первой категории и 8 тонн для второй категории; при этом они должны давать:

1) На горизонтальной части пути по крайней мере 12 километр. в час.

2) По холмистой дороге, где под'емы могут доходить до 6%, до 5 километр. в час минимум.

3) Брать под'емы в 12% по мостовой или шоссе в хорошем состоянии.

4) По всхолмленному пути, имеющему уклоны, доходящие до 8%, итти до 8 километр. в час, никогда не переходя максимальной скорости 15 километр. в час. Эта средняя скорость обязательна и на грязной дороге. Такая средняя скорость пробега должна быть достигнута по крайней мере на 60 километр. пути, при чем не более чем десятая часть его должна иметь уклоны в 6—8%.

Трактор с помощью своей лебедки должен втянуть прицепной груз в 15 тонн на под'ем в 15%. Он должен иметь возможность двигаться со своим прицепным грузом на очень плохих дорогах, сходить с них, проходить целиной, преодолевая такие препятствия (канавы, рытвины, насыпи и т. д.), которые вообще должны преодолевать военные повозки. Лебедка может быть использована для прохождения особенно трудных участков.

Программа испытания.

§ XIV. Представленные на конкурс тракторы должны были подвергнуться 15 испытаниям, из которых два последних имеют целью более специальное установление оценки их для классификации. Эти испытания должны быть сообразованы со следующей программой:

а) переход в 100 километр. по холмистой дороге (под'емы до 8%), при чем трактор должен итти один, но со своей полной полезной нагрузкой;

б) десять переходов по 60 километр., причем трактор идет с прицепным грузом. Избранный маршрут может иметь уклоны, доходящие до 8%, тем не менее вся длина уклонов от 6% до 8% не должна превышать $^1/_{10}$ всего пробега;

в) взять под'емы трактором без прицепок 18%;

г) испытание на действие лебедки на под'ем, доходящий до 15% (с прицепным грузом);

д) одно испытание работы машины по разнообразному грунту и очень неровной дороге, с канавами и рытвинами и т. д., выполненное сперва одним трактором, а потом трактором с прицепным грузом;

е) один переход в 40 километр., выполненный трактором с прицепным грузом по неровной дороге, представляющей уклоны, доходящие до 8%. В продолжение этих двух последних испытаний были измерены: достигнутая скорость и расход топлива.

Полученные цифры служили для установления классификации. По окончании испытания машины были разобраны и детально осмотрены части механизма.

Классификация.

§ XV. Классификация автомобилей устанавливалась, принимая в соображение нижеследующее:

1) Полезное действие A трактора, как грузовика.

Это определяется отношением полезного веса трактора *Pu* и мертвого веса трактора *Pm*

$$A = \frac{Pu}{Pm}$$

2) Отдача тяги B. Она определяется отношением всего прицепного веса *Pr* к мертвому весу трактора *Pm*

$$B = \frac{Pr}{Pm}$$

Веса *Pu*, *Pm* и *Pr* — все исчисляются тоннами.

3) Скорость и расход топлива.

Эти два элемента вошли в классификацию в виде отношения C средней скорости v в километр. в час к расходу топлива c, исчисленного в литрах на тоннокилометр для всего веса поезда.

$$C = \frac{V}{C}$$

V и *C* средние цифры, выведенные из двух конкурсных испытаний.

4) Сводка Д — результат совместной оценки комиссий.

Эта сводка разлагается на пять отметок от 0 до 20, определенных каждая одинаковым коэффициентом 6 и относящаяся каждая к одному из следующих пунктов:

1) Гибкость, удобоуправляемость и поворотливость хода (N_1).

2) Способность двигаться по различным грунтам (N_2).

3) Оценка по удободоступности к разным частям машины и легкости разборки (N_3).

4) Общая оценка конструкции системы механизма и тщательной отделки отдельных частей (N_4).

5) Состояние частей после испытания (N_5).

$$Д = 6N_1 + 6N_2 + 6N_3 + 6N_4 + 6N_5.$$

Тракторы были классифицированы в порядке чисел, полученных каждым из них применением следующей формулы:

$$N = A\,100 + 100\,B + C + D.$$

Конкурсный пробег был совершен по нижеприводимому маршруту (рис. № 4). Представлено было 11 тракторов систем: Шатил-



Рис. 4.

лион-Папар 4 шт.; Лятиль—3; Рено—2; Шнейдер—2. Две машины системы Балаховской и Кэр, записанные на конкурс, на самом деле не участвовали.

Ниже приводятся главные конструктивные цифровые данные этих тракторов, дополненные вычислениями автора для лучшей их характеристики. См. табл. № 1.

6. Исследование условий конкурса и главных конструктивных данных машин.

Таблица № 1 представляет собой сводку тех главных конструктивных данных, кои присущи каждой из машин и могут сравниться между собой. Сравнение этих данных в связи с тем, как тот

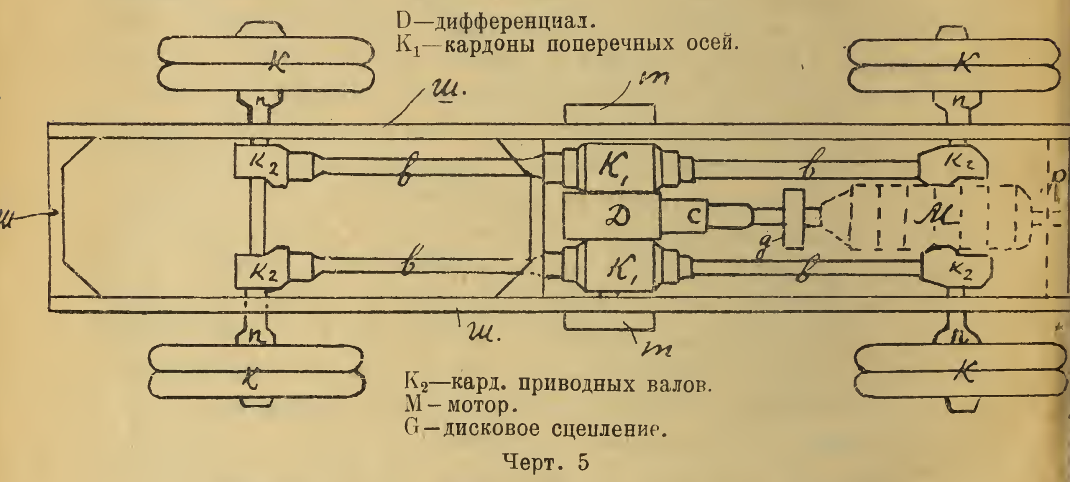
или иной трактор справился с поставленной задачей, могло бы указать, какое значение в работе машины играет та или иная величина сравнительных данных, а отсюда можно было бы подойти к установлению тех величин главнейших данных трактора, которые могут дать наилучшие результаты, то-есть наиболее пригодный трактор. И такой метод было бы проще всего применить, если бы по своей конструкции и деталям все тракторы были одинаковы и различались бы только размерами своих частей. На самом деле детали конструкций тракторов отличаются между собой, и эти отличия, в свою очередь, оказывают известное влияние на работу машин, компенсируя целесообразностью одной детали какие-либо другие слабые стороны конструкции, например, наличие 5 передач (скоростей) у легкого Лятиль № 9 при первой передаче 2,5 километра отчасти парализует то слабое качество его, что на каждую лошадь мощности его на ободе приходится 870 килограмм веса поезда, т.-е. даже больше, чем в любом тяжелом тракторе и т. п. Поэтому одно сравнение цифровых величин вышеприведенной таблицы не может заранее указать на то, какой из тракторов может дать наилучшие результаты в работе, а потому на цифровые величины этой таблицы надо смотреть, главным образом, как на сумму главнейших данных, характеризующих конструкцию тракторов с 2 и 4 ведущими колесами данной эпохи во Франции и Италии. Это тем более имеет основание, что, в общем, однородные цифровые величины таблицы весьма незначительно разнятся между собой. Вот почему следует использовать их не столько для сравнения по ним отдельных тракторов между собой, а для вывода по ним, в связи с результатами конкурсного пробега, комплекса тех главнейших данных, коим тракторы должны удовлетворять, дабы соответствовать поставленным им задачам. Что касается поставленных задач, т.-е. главнейших требований конкурса, то анализ их показывает, что требования, вообще говоря, были поставлены серьезно и притом такие, кои автомашинами с 2 ведущими колесами обыкновенно употребляемого образца безусловно не могли быть выполнены. И самое выполнение большинства требований наглядно указало на преимущество машин с 4 ведущими колесами перед машинами с 2 ведущими колесами в отношении наиболее полного использования мощности мотора и силы сцепления (разумеется, при одинаковой системе и типе колес и ободов).

г) Краткая характеристика конструкций тракторов с 4 ведущими колесами.

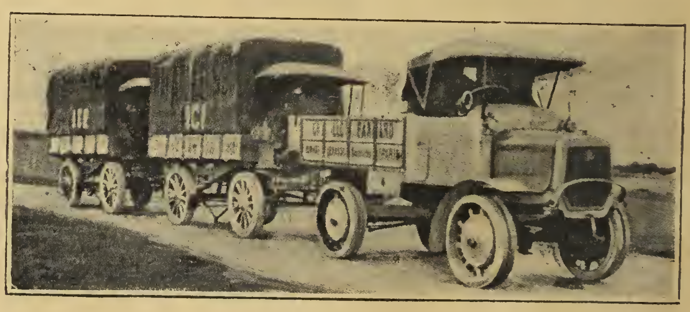
Охарактеризовав эти требования конкурса 1914 г., посмотрим, в какой степени они были удовлетворены во время конкурсного про-

бега. Но перед этим необходимо сделать некоторые общие характеристики конструкции тракторов, дабы дальнейшие ссылки были более понятны. Итак, все перечисленные французские тракторы имеют все 4 колеса ведущие и кроме того все 4 управляемые, что дает возможность делать повороты при меньшем диаметре, чем при 2 управляемых колесах.

Передача движения колесам от мотора осуществлена у различных фирм по разному. Шатилион Панар имеет для этой цели один общий для 4-х колес дифференциал, расположенный почти в центре шасси, а передача на колеса производится только валами и шестернями без цепей, при чем от дифференциала движение передается на 2 поперечные полуоси, из коих каждая управляет посредством конических шестерен двумя приводными валами, передающими движение соответственным колесам. В легком тракторе введена червячная передача. (Черт. № 5 и фот. № 1).

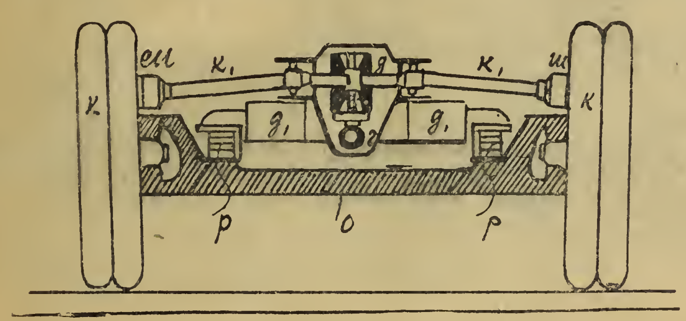


Черт. 5


Фот. 1.

Лятиль имеет центральный дифференциал, регулирующий движение между обеими парами передних и задних колес посредством бесконечного винта для каждой из пар; винт сцеплен с соответствен-

ной геликоидальной шестерней, насаженной на вкладыш дифференциала, назначенного для управления этой парой колес. От этого дифференциала движение передается каждому колесу поперечными шаровыми карданами и набором цилиндрических демультипликаторных шестерен. Таким образои, Лятиль имеет 3 дифференциала, а также пользуется передачей посредством геликоидальной шестерни и бесконечного винта, что является отличительным свойством этой системы (черт. № 6 и фот. № 2).



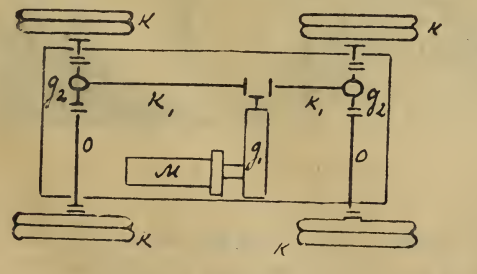
G диф. оси.
Г—геликонд. шест.
$К_1$—шар. кард.
G_1 основн. диф. в фасаде.
Р—рессоры.

Черт. 6.



Фот. 2.

У Шнейдера мотор расположен не возле передних колес, как обыкновенно, а почти посредине между передней и задней осями и



М—мотор.
G_1 диф. основной.
G_2—осевые диф.
$К_1$—карданы.

Черт. 7.

движение от него передается двумя карданами и двум дифференциалам, соответствующим каждой паре колес (черт. № 7 и фот. № 3).

Рено имеет в общем конструкцию сходную с Панаром, но отличается от всех тем, что охлаждение имеет термосифонное, причем радиатор расположен, как всегда у Рено, сзади мотора (фот. № 4).



Фот 3.

В остальном описываемые французские тракторы с 4 ведущими колесами имеют устройство сходное с обыкновенными грузовиками, отличаясь лишь размерами частей и деталями. Итальянский трактор



Фот. 4.

Фиат с 2 ведущими колесами будет описан ниже, как совершенно особенное решение вопроса об использовании сцепления.

Из аксесуаров тракторы имеют лебедки и кабестаны (ворота), сцепные приспособления, приспособления для одевания противускользящих цепей, башмаков и т. п. Все эти приборы являются для них

неот'емлемой принадлежностью и потребованы условиями конкурса; кроме того, некоторые тракторы имеют деблокаж дифференциала, что весьма важно для тракторов. Тракторы Шнейдер имеют на подножках переносные металлические желоба, служащие мостиками для перехода колес через небольшие канавки.

д) Общая характеристика отличительных свойств этих конструкций.

Как видно, устройство передачи движения всем 4 колесам повлекло за собой введение в конструкцию очень большого числа передаточных механизмов, т.-е. значительно усложнило ее; для характеристики можно сказать, что в системе передач Панара имеется до 50 шариковых подшипников, что, конечно, представляет значительное неудобство в смысле замены их при износе и порче. То же приходится сказать и относительно большего числа шестерен, составляющих неот'емлемую принадлежность передач и это число у тракторов с 4 ведущими колесами значительно больше, чем у обыкновенных грузовиков с 2 ведущими колесами. Такое усложнение конструкции, представляя значительное увеличение мертвого веса машины и создавая затруднения при ремонте, компенсируется, как указано выше, лучшим использованием мощности мотора и силы сцепления, причем увеличение мертвого веса в машинах с 4 ведущими колесами до известной степени даже полезно и во всяком случае имеет меньшее отрицательное значение, чем при 2 ведущих колесах, ибо при 4 он разлагается на 4 составляющих, а при двух только на 2, создавая иногда слишком значительное давление ведущей оси на дорогу, что особенно вредно—на мосты. Что касается усложнения конструкции, то оно является вообще отрицательным качеством машины с 4 ведущими колесами, но, как показал и конкурс 1914 г. и дальнейшая служба этих тракторов во время войны 1914—1918 г. на французском фронте, износ этих сложных механизмов не представляет собой чего-либо особенно угрожающего и не пропорционален усложнению конструкции, ставя их эксплоатацию в одинаковые условия с эксплоатацией обыкновенных грузовиков и не требуя для них никаких особенных ремонтных средств, ибо в сущности все сводится лишь к увеличению составных частей машины, а не к введению в нее каких-либо ломких или скоро изнашивающихся деталей. Все части машин находятся в сущности в тех же условиях работы, как и в обыкновенных грузовиках, а ведущие оси даже в более выгодных, ибо на каждую из них при 4 ведущих колесах приходится давление меньшее, чем при 2-х. Это особенно ярко иллюстрируется при сравнении давлений

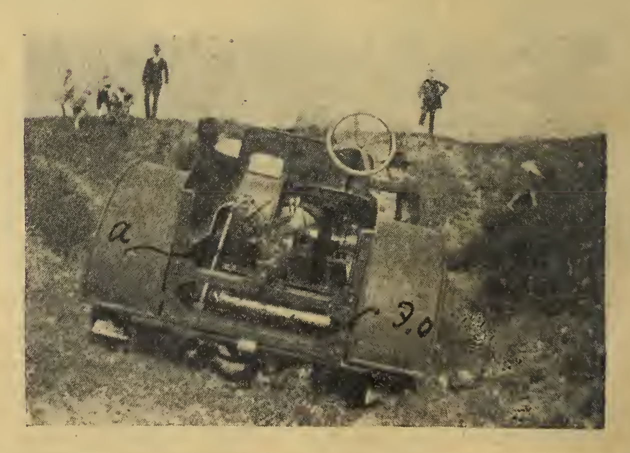
на ведущие оси тракторов с 4 ведущими колесами и трактора Фиат с 2 ведущими колесами, который является одной из машин, назначенных по мысли их конструкторов заменить сложные тракторы с 4 ведущими колесами машиной с 2, путем введения в конструкции системы колесных поясов, а также уменьшением скорости движения на 1-ой передаче до 1,4 километра. О достигнутых результатах будет сказано особо, а в данное время необходимо упомянуть и о других машинах, предназначенных заменить или дополнить тракторы с 4 ведущими колесами описанных систем.

е) Стремление заменить их равноценными более простой конструкции.

В Италии в 1915 г. появились тракторы с 2 ведущими колесами, вырабатываемые на заводе Повези и Таллоти в Милане (см. фот. № 5), у коих путем поворота эксцентриков, насаженных на до-



Фот. 5.



Фот. 6.

бавочной оси (Э. О. см. фот. № 6) из-за габарита железных ободов колес выставляются стальные лопатки (palette), кои предназначены

врезываться в полотно дороги на подобие шипов подков (но только длинных) и тем увеличивать сцепление. (На фот. № 6 буквой а обозначена эксцентриковая тяга).

Во Франции одновременно с тракторами о 4 ведущих колесах с механической передачей появился трактор Балаховского и Кэр с 4 ведущими колесами, но с электро-механической передачей, который должен был участвовать на французских маневрах и на конкурсе 1914 г., но который в силу различных обстоятельств не подвергся испытаниям во время этих пробегов. Имея в виду в особой работе подробно обследовать трактор Балаховского и Кэр и в соответственном месте указать на свойства тракторов Повези и Толлоти, в данном месте ограничиваюсь лишь кратким упоминанием о них, при чем необходимо указать, что по внешнему виду оба они проще тракторов с 4 ведущими колесами и механической передачей, что и давало повод конструкторам предлагать их взамен французских тракторов с механической передачей.

ж) Общие результаты конкурса 1914 г.

Обращаясь к обследованию тех результатов, которые были выяснены во время конкурса 1914 г., необходимо прежде всего оговориться, что условия конкурса были составлены на основании предшествовавших опытов, производимых каждый раз в сухое время. А потому и оказалось, что результаты испытаний 1914 г., как протекшие в исключительно дождливое время, сильно разнились от результатов предшествующих опытов, а именно: в сухое время все требования конкурса тракторы выполняли легко, а в дождливое время на мокрой дороге далеко не все требования выполнялись всеми тракторами успешно, а некоторые совсем не выполнялись. Поэтому ниже охарактеризованы самостоятельно отдельные испытания в сухое время на сухих путях и самостоятельно на мокрых в дождливое время. При этом та или иная успешность иногда зависела от некоторых деталей конструкции, но так как нас интересуют, главным образом, общие характерные данные машин с 4 ведущими колесами, то особой детализации выполнения поставленных условий не приводится, а будут лишь отмечаться те особенно полезные или вредные детали конструкции, которые резко выделяли данную модель в положительном или отрицательном отношении.

1. Испытания скорости на ровных участках пути.

з) Отдельные результаты испытаний.

Груженый трактор, но без прицепок, должен был развивать скорость максимум 25 кил., идя со средней скоростью до 12 килом. при наличии под'емов до 8% на дороге средней пересеченности.

Все тракторы удовлетворяли условию развивать не менее 12 килом. средней скорости, не выходя из максимальной скорости 25 километров, ибо по своей конструкции они не могли развивать на ровном участке скоростей больше 15—21,5 километра при 1000 оборотах мотора.

Средняя скорость испытывалась специально 18 марта круговым пробегом по маршруту Сен-Кентен, Ля-фер, Лаон, Сумм-Шато, Шони, Сэн-Кентен общим протяжением до 110 километр., при чем дорога удовлетворяла вышеуказанным требованиям, т.-е. проходила по местности средней пересеченности, имела под'емы до 8% и была отчасти попорчена предшествующими дождями. Груженые тракторы без прицепок развивали различную скорость, показав среднюю не ниже 12 килом., а тракторы Лятиль №№ 7 и 8 показали среднюю скорость 18,5 километров. Об'ясняется это его конструктивными свойствами, которые видны из таблицы № 1, а именно: при одинаковом диаметре колес, например, с трактором Лятиль № 9 и при почти одинаковой теоретической максимальной скорости тракторы Лятиль № 7 и № 8 имели на 1 лошадь на ободе, как видно из графы 28б таблицы, 237,5 килограмм общего веса груженого трактора, тогда как трактор Лятиль № 9 имел (см. там же) 350 килограмм на лошадь и эта большая нагрузка не позволила ему использовать свою 5-ую передачу полностью, т.-е. развить скорость даже в 18,5 километров, которую показали тракторы Лятиль № 7 и № 8. С другой стороны, хотя у тракторов Рено, имевших наиболее мощные моторы, приходилось на каждую лошадь всего лишь 220 килограмм (см. там же), но они не могли развить скорости 18,5 километров, ибо предельная допускаемая их конструкцией скорость всего лишь 15 километров.

Груженые тракторы с полным прицепным грузом на ровной дороге должны были развить скорость не меньше 12 километров. На сухой дороге это требование выполнялось всеми тракторами. Что касается дорог, размягченных и грязных после дождей, то при пробегах по таким дорогам на участках Реймс-Шалон 5 марта тракторы развивали скорость 9—11 километров, а участок Верден-Брие в 44 километра 12 марта был всей колонной пройден со средней скоростью 11 километров, несмотря на непрерывный дождь.

Таким образом, приходится заключить, что груженые тракторы с 4 ведущими колесами описанных систем, везущие прицепной груз, вес коего в среднем в 2,73 раза больше собственного веса трактора, могут развивать на ровной дороге с твердым полотном

при грязном ее состоянии в среднем до 10 километров в условиях обычной фронтовой и тыловой службы, идя колоннами.

2. Преодоление под'емов тракторами без прицепок.

Груженый трактор без прицепного груза должен брать под'ем в 18%.

Специальное испытание было призведено 11 марта под Верденом около форта Дуомон, где тракторы брали под'ем 17,5%. Все тракторы брали этот под'ем сравнительно легко, причем трактор Панар № 4 часть под'ема прошел со скоростью 5 километров, идя на 2-ой передаче (скорости). Об'ясняется это, как видно из таблицы, тем, что только у тракторов Панар 2-ая передача дает 7 километров, а у всех остальных около 5,5; таким образом, если остальные и могли итти на 2-й передаче, то скорость значительно выше 5 километров развить не могли. Вышеуказанное испытание было произведено на не вполне сухой дороге, без одевания на колеса цепных приборов.

Следующее испытание—преодоление под'ема—было произведено 21 марта возле Венсена, когда тракторы брали под'ем в 22% на плотном, но неровном грунте. Все тракторы выполнили эту задачу легко.

Что касается преодоления под'емов на скользкой дороге, то тут картина меняется, и под'емы даже в 5—7% на покрытой скользкой грязью мощеной дороге берутся тракторами с резиновыми шинами лишь после того, как на них надеты цепи или иные приспособления, или когда дорога посыпается песком, или когда грязь несколько подсохнет.

Эта картина становилась еще больше переменчивой в зависимости от состояния пути, когда тракторы брали под'емы с прицепками.

3. Втягивание прицепного груза на под'емы.

В виду сложности этого вопроса, рассмотрение испытаний будет произведено, расчленяя их по задачам и указывая, что могли тракторы выполнить и чего не могли при одном способе и как справились с этой же задачей при другом или совсем не справились.

а) Согласно условий конкурса тракторы с 2 прицепками должны были взять под'ем в 12% на мощеной или усыпанной мелкими камнями дороге. Такое специальное испытание производилось 23 марта у Венсена на под'еме Конверт (см. фот. № 7).

С утра под'ем этот был настолько скользкий, что тракторы с прицепками не могли его взять даже с одетыми на колеса цепями; при этом вычисления показывают, что сцепление каучуковых шин, снабженных цепями, падало с 0,50 до 0,39—0,40, но по мере подсыхания дороги это сцепление повысилось до 0,5 и тракторы стали брать под'ем, имея прицепки и без одевания цепей, при чем легкий



Фот. 7.

Лятиль № 9 прошел под'ем со скоростью 3 килом. без цепей; легкий Панар № 2 со скоростью 4,5 килом. без цепей. Тяжелый Панар № 3 со скоростью 3 килом. без цепей. Остальные взяли этот под'ем также с прицепками, но с одетыми на колеса цепями, идя со скоростью до 3 килом.

Итак, под'ем 12% с полным прицепным грузом тракторы, как легкие, так и тяжелые, по твердой мощеной средней сухости дороге могут брать со скоростью до 3 килом. Как сказано выше, успешнее всех с этой задачей справились тракторы легкий Лятиль № 9 и легкий Панар № 2. Об'яснение этому можно найти в графах 9, 10, 12 и 13 таблицы, из цифр которых видно, что в этих тракторах давление, приходящееся на пог. смт. проекции шин и на 1 пог. смт. периметра, является наименьшим. При чем эти давления у них: на 1 пог. смт. проекции около 55 килограмм, а на 1 пог. смт. периметра около 2 килограмм. Цифры эти надо считать показательными для данной задачи, поставленной тракторам.

При пробе 14 марта на под'еме у Монтмеди в 13% при твердом грунте, переходящем затем в мягкий и вязкий, ни один трактор не мог взять полного прицепного груза, надевая цепи на колеса. Поэтому они поднимали на буксире по 1 повозке. Таким

образом, при под'еме в 13—13,5% на мягкой вязкой дороге тракторы могли поднимать поезд весом не более 15,5 тонн. (см. фот. № 8).



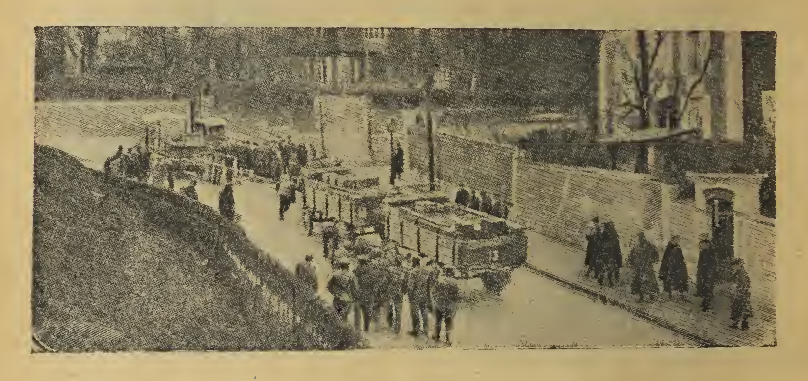
Фот. 8.

б) Дальше, согласно условий, под'емы 6% должны браться с полным прицепным грузом при скорости не меньше 5 километров. Испытание было произведено 19 марта возле Сэн-Кентена на под'еме 6% на сравнительно хорошей дороге. При этом тракторы Панар № 1 и № 2 показали скорость от 6,1 до 7,9 килом., Панар № 3 и № 4 дали 4,8 килом,, а остальные еще меньше. Об'яснение этому дает графа 28а таблицы, согласно которой при одинаковом почти диаметре колес у тракторов Панар №№ 1 и 2 на 1 лошадь мощности на ободах приходилось только 540-590 килограмм в то время, как у остальных тракторов эта нагрузка на 1 лошадь мощности мотора выражается цифрами 680—870 и в среднем около 762 килограмм.

Таким образом, цифру 550—600 килогр. надо считать показательной для веса поезда на 1 лошадь на ободе, дабы трактор вез соответственный прицепной груз на под'ем 6% со скоростью в среднем около 6,5 километр.

в) Согласно условий конкурса, тракторы при помощи лебедок должны поднимать на под'ем 15% груз в 15 тонн. Испытание произведено было 21 марта на под'еме Конвер в 11% у Нофри-Сюр-Мари (фот. № 9). Больших под'емов подходящих не оказалось. Дорога на под'еме Конвер представляла хорошее, но очень скользкое шоссе,

частью облицованное булыжником. Все тракторы втаскивали успешно 15-тонный прицепной груз при помощи своих воротов и лебедок, удерживая себя на месте сошниками. При этом выяснилось, что наиболее простым, надежным и гибким приспособлением для втягивания посредством каната надо считать лебедку, поставленную у трактора спереди,



Фот. 9.

приводимую в действие от мотора трактора, при условии, что сзади трактор снабжен блоком; для обслуживания такой лебедки, всегда готовой к действию, нужен 1 человек. Такую лебедку имел Панар № 4.

г) На дорогах с под'емами до 8%, согласно условий, тракторы с полным прицепным грузом должны были развивать среднюю скорость не меньше 8 километров на сухой дороге и ту же скорость на грязной дороге, при условии, что до 10% ее будет состоять из под'емов 6—8%. Это условие при сухих дорогах выполнялось; что касается грязных, то не выполнялось из-за того, что вследствие буксования колес на под'емах терялось много времени на одевание цепей и т. п. приспособлений и на предварительные попытки пройти без них. И только пользование ими позволило преодолеть эти под'емы и то с 1 прицепкой, вес коей почти равнялся весу самого трактора. При этом сцепление шин, снабженных цепями, с мокрой дорогой падало до 0,30—0, 24 и даже до 0,18. Таким образом, выходит, что такие под'емы в 6—8% тракторы на грязной дороге могут преодолевать, имея на прицепке катящийся груз, весящий примерно столько же, сколько весит сам груженый трактор или немного более, но никак не двойной груз сравнительно с весом груженого трактора, как это было предусмотрено условиями конкурса, в коих не было сделано никаких различий между сухими и мокрыми

дорогами. А, между тем, эта разница колоссальна и рельефнее всего ее можно видеть при рассмотрении движения тракторов по плохим дорогам и бездорожью. И тут приходится сказать, что тракторы автомобильного типа с 4 ведущими колесами практически почти также беспомощны, как и грузовики с 2 ведущими колесами, если они при резиновых или металлических шинах не снабжены никакими приспособлениями для увеличения сцепления. Приспособления эти назначаются или для увеличения сцепления с данным полотном дороги (цепи, башмаки, колесные пояса и т. п.) или они улучшают полотно дороги, увеличивая коэффициент сцепления (песок, доски, соломенно-металлические циновки) или они заменяют собственный ход трактора и буксирование на ходу самовытаскиванием посредством лебедки или ворота, работающих от мотора трактора, и подтягиванием ими же прицепок. При этом, конечно, польза приспособлений, надеваемых на 4 ведущие колеса, сказывается во много раз сильнее, чем на машинах с 2 ведущими колесами, в виду того, что при 4 ведущих колесах не только увеличивается сцепление вследствие активного участия всех 4 колес, но, кроме того, одна пара ведущих колес создает для другой более выгодные условия; например, при попадании одной пары на такое место, где она должна забуксовать, другая пара может оказаться на таком месте, где ей не придется буксовать, и потому она поможет 1-ой паре выбраться из опасного места. Исходя из этого, необходимо указать, что польза всяких приспособлений, одеваемых на шины для увеличения сцепления, будет лишь тогда, когда при 4 ведущих колесах все 4 снабжены одинаковыми приспособлениями, дабы каждое из 4 колес было в одинаковых условиях. Мало того, необходимо, чтобы каждое колесо прицепного груза было снабжено такими же приспособлениями или, вообще, чтобы в каждом колесе прицепки давление на 1 кв. с/м дороги было такое же, как и от колеса трактора, иначе, при большем давлении, прицепки будут только мешать движению трактора, ибо их колеса будут врезаться в путь, образуя такие глубокие колеи, в коих они не только сами застрянут, но и застопорят тракторы.

Причины невыполнения некоторых условий конкурса в дождливое время и общие средства для решения этого вопроса.

Вышеизложенное автору приходилось наблюдать неоднократно при испытании тракторов в Италии и в русских крепостях и то же самое случилось и во время описываемого конкурса 1914 г. во Франции. Произошло это оттого, что условия конкурса преду-

сматривали ширину железного обхода прицепок лишь такую, чтобы она не портила шоссе, упустив из виду, что для возможности корреспондировать трактору обод прицепки должен быть такой ширины, чтобы давление на 1 кв. с/м дороги, как от колес трактора, так и от колес прицепок было одинаково, чего, как сказано выше, не было соблюдено во время описываемого конкурса. Сравнение цифр граф 9 и 10 с графами 41а и 41б таблицы показывает, что давление у прицепок на 1 с/м ширины обода на 50—75% больше такового же у тракторов. Результаты этой непредусмотрительности особенно сильно сказались при испытаниях 11 марта у Вердена, когда тракторы с прицепками должны были проходить по грунту. Колеса прицепок врезывались в дорогу, образуя колеи до 40 с/м. (фот. № 10), от этого нижние части прицепок задевали за почву,



Фот. 10.

создавая тем самым тормоз для движения тракторов; это явление, конечно, не могло бы иметь места, если бы ширина обода прицепок была рассчитана сразу правильно или же если бы на колеса прицепок были одеты приспособления, распределяющие давление на большую площадь с уменьшением его на 1 кв. с/м грунта.

Для характеристики значения различных таких приспособлений для движения тракторов по скользкой дороге или по бездорожью, ниже приводится несколько примеров, которыми устанавливаются те пределы способности тракторов двигаться в известных условиях на своих резиновых шинах, вне которых трактор должен быть снабжен приспособлениями, увеличивающими сцепление колес с дорогой.

Необходимо теперь же оговориться, что было бы, может быть, гораздо проще иметь на колесах трактора всегда такие приспособления, но на сравнительно сухой и хорошей дороге они бесполезны, ибо сцепление и без них достаточно, а с другой стороны, все

известные до сих пор приспособления, увеличивающие сцепление колес с дорогой и дающие возможность ходить по бездорожью, как-то: гусеница металлическая, гусеница резиновая (система Кегресс), цепи разных сортов, деревянные башмаки, пояса Бонадженте, кольчужные сетки, чинголи и т. п. на хорошей сухой дороге уменьшают скорость движения машины вследствие того, что между ними и дорогой создается значительно большее трение; при этом те приспособления, которые мало уменьшают скорость (10—15%), например, цепи, кольчужные сетки и т. п., в то же время мало помогают увеличению сцепления на плохих дорогах, те же, которые помогают значительно больше, например, резиновая лента в приспособлении Кегресса, уменьшают скорость примерно на 50%, а колесные пояса, почти радикально решающие этот вопрос—еще более значительно. Некоторые же из них, как, например, металлические цепи для грузовых машин, башмаки и особенно металлические лопатки, кроме того, портят дороги. По этим двум обстоятельствам постоянное наличие их на колесе ненужно, и для возможности наилучшего использования их необходимо, чтобы такое приспособление скоро и легко одевалось и снималось, тогда получается полная уверенность, что машина использует его только в некоторых случаях; при сложности же установки его такое приспособление не будет сниматься и машина будет совершенно напрасно терять в скорости на хороших дорогах.

Обращаясь к примерам, приходится указать на случаи: 1) когда помогали цепи, башмаки и пояса, 2) когда помогали циновки и 3) когда тракторы сами при помощи вышеуказанных приспособлений выйти не могли, а вытаскивали и себя и прицепки только при помощи лебедок и воротов.

а) Подсыпка песка оказалась достаточной при в'езде на скользкий покрытый грязью мощеный под'ем в 5% у Реймских казарм.

б) Цепи и башмаки помогали вылезать только самим тракторам на сухой изрытой канавами дороге у деревни Бомон 9/III при под'еме 9%.

в) Цепи и башмаки помогали тракторам брать под'ем в 13,5% вместе с 15-тонной прицепкой 14/III у Мозьера на вязкой дороге.

г) Цепи помогали тракторам с 2 прицепками брать под'ем в 6—7% на грунтовой дороге у Ромэнвиля.

д) На грязной мощеной дороге с под'емом в 12% у Венсена тракторы ввозили 2 прицепки, имея цепи.

е) Только колесные пояса Бонадженте давали возможность трактору Панар № 1 проходить везде с 2 прицепками при испытании

на бездорожье у Венсена, где другие тракторы вылезали только при помощи лебедок (фот. № 11).

Таким образом, приходится заключить; что цепи и башмаки пригодны, главным образом, на дорогах с твердой корой, когда надо только увеличить сцепление, но трактор не проваливается в грунт. Когда же есть опаcность, что трактор или прицепки начнут врезываться в грунт или вообще в полотно дороги, то цепи будут скорее



Фот. 11.

вредны, ибо еще больше разрыхляют грунт и поэтому необходимо надевать пояса Бонадженте, кои не только увеличивают сцепление, но и уменьшают давление на путь, предохраняют от врезания колес в грунт и от образования глубоких колей. Такое же значение имеют и цыновки, но подстилать их можно только под неактивные колеса прицепок, ибо работающие колеса тракторов их разрывают.

Совсем другую роль играют лебедки, при помощи которых тракторы могут вытаскивать сами себя и прицепки при глубине колей в 40—50 с/м. Никакие иные приспособления в этих условиях не помогут, а между тем всегда может случиться, что даже с надетыми поясами Бонадженте колеса трактора или прицепок могут вдавиться на такую глубину. Употребление поясов Бонадженте, а особенно активных колесных поясов (о коих см. ниже подробнее), при наличии у тракторов с 4 ведущими колесами лебедок или воротов, делает их способными проходить почти повсюду, где может пройти военная повозка, запряженная лошадьми. В таком оборудовании различными приспособлениями, для пользования которыми, конечно, требуется некоторое время на одевание, на размотку каната и т. п., тракторы с 4 вед. колесами приравниваются к гусеничным тракторам, гусеница которых является постоянно одетым приспособлением, увеличивающим сцепление. Но зато, как указывалось выше, тракторы

с 4 ведущими колесами автомобильного типа развивают на подходящей дороге скорость до 20—25 километров, что мало доступно гусеничным тракторам существующих на рынке образцов.

Дабы все вышеописанные явления стали более понятными, и дабы уточнить некоторые общие выражения, конкретизируя их языком цифр, представляется полезным под описанные факты и явления подвести теоретические обоснования, переведя об‘яснение явлений на язык формул, анализ которых может указать на то, как надо переконструировать тракторы и принадлежности к ним, дабы увеличить их проходимость повсюду. Многолетний опыт постройки и эксплоатации автомашин убеждает в том, что конструкторами достигнуто весьма много в смысле создания прочных, выносливых, быстроходных автомашин и весьма мало сделано в том отношении, чтобы эти почти идеальные машины проходили всюду, где проходят повозки, запряженные животными. В особенности это справедливо в отношении грузовозов, у которых наличие большого давления на ведущие колеса весьма часто вызывает буксование колес. Вот почему представляется особо интересным и полезным заняться теоретическим обоснованием различных явлений, почерпнутых из фактической работы грузовозов с 4 ведущими колесами, которые являются одним из этапов на пути усовершенствования техники постройки грузовозов в смысле достижения возможно полного сцепления колес с полотном дороги путем привлечения к активной работе всех 4 колес. Кроме этого метода, возможно также разрешение вопроса о сцеплении путем изменения конструкции колесных ободов, по какому пути пошла фирма «Фиат» при конструкции своего трактора типа 20В с 2 ведущими колесами. Теоретическое исследование дает возможность более сознательно отнестись к тому или иному изменению в конструкции, а потому ниже подробно рассматриваются вышеописанные явления с теоретической точки зрения и дополняются другими расчетами для большего уяснения значения различных изменений в конструкции грузовозов.

4. Теоретические обоснования явлений, наблюдаемых при работе тракторов с 4 и 2 ведущими колесами.

а) Расчет силы, тяги и силы сцепления; средства и пределы их уменьшения и увеличения.

От тракторов требуется, кроме способности самим проходить по дорогам разного качества и в известных пределах по бездорожью, провозить по этим же местам прицепной груз, для чего они должны развивать на прицепном крюке известной величины силу тяги.

Величина потребной силы тяги определяется весом перевозимого груза и измеряется динамометром, расположенным между прицепным крюком трактора и прицепным грузом. Величина силы тяги на крюке или величина тягового усилия зависит от некоторых постоянных конструктивных данных трактора, а также и от переменной величины сцепления колес с полотном дороги. В дальнейшем будут рассмотрены эти зависимости и приведена характеристика факторов, влияющих на величину силы тяги трактора. В данное же время для общей характеристики можно указать, что опыты с французскими тракторами с 4 ведущими колесами показывают, что сила тяги на крюке F_4 может по показаниям динамометра на подходящей дороге подняться до 4200 килограммов для трактора, собственный вес которого вместе с полезным равен 7500 килограмм.

Для расчетов же правильнее брать среднюю цифру, которая для таких тракторов на большей части дорог в сухое время равняется примерно 3750 килограммам.

Измерение силы тяги на крюке динамометром является наиболее правильным способом установить ее действительную величину. Но так как практически это далеко не всегда возможно, то сила тяги на прицепном крюке F определяется очень часто величиной прицепного груза; но тогда необходимо каждый раз обусловить: 1) скорость движения, 2) уклон пути, 3) конструкцию прицепных повозок, 4) устройство сцепки. При общих подсчетах некоторые из этих данных в расчет не принимаются, особенно при сравнительных расчетах над одинаковыми конструкциями.

Основная же формула, служащая для определения силы тяги F, доставляемой тракторами на прицепном крюке, в зависимости от веса трактора, выражается так: $F = \varphi P_1 - K P_2$, где F искомая сила тяги, которую, вообще говоря, желательно иметь возможно больше, φ — коэффициент сцепления ведущих колес, P_1 — давление, приходящееся на ведущую ось, или сцепной вес, K — коэффициент сопротивления холостых колес, P_2 — давление, приходящееся на холостые колеса.

Дабы F было возможно больше, надо или чтобы φP_1 было возможно больше, или KP_2 возможно меньше.

Наименьшей величиной для KP_2 будет 0, когда $K = 0$ или когда $P_2 = 0$, т.-е. когда или сопротивление холостых колес $= 0$, или давление на них $= 0$, т.-е. когда холостых колес не будет, а будут все колеса ведущие, тогда $F_4 = \varphi\ (P_1 + P_2)$; а если $P_1 = P_2$, то $F_4 = \varphi 2 P_1$; сравнив эту силу тяги трактора с 4 колесами с силой тяги, даваемой ведущими колесами 2-х обыкновенных грузовиков, у каждого из коих 2 ведущих колеса, получим, что сила

тяги каждого из них $F_2 = \varphi P_1 - K P_2$, а двух $2F_2 = 2\varphi P_1 - 2KP_2$, откуда видно, что $F_4 > 2F_2$, т.-е. сила тяги трактора с 4 ведущими колесами больше, чем сила тяги 2-х грузовиков с 2 ведущими колесами, при одинаковых остальных условиях устройства, нагрузки и пути.

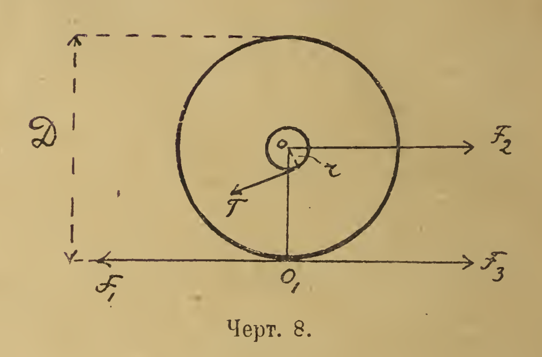
Кроме того, как указано в начале настоящего исследования и как видно из сравнения формул, выражающих F_4 и F_2, величина P_1, т.-е. величина давления на ведущую ось для получения одной и той же величины F (силы тяги), т.-е. чтобы $F_4 = F_2$, должна быть, при 4 ведущих колесах, по крайней мере вдвое меньше, чем при 2 ведущих колесах, а значит, наоборот, давая при 4 ведущих колесах давление на каждую ось такое же, какое допускали при 2 ведущих колесах, получим увеличение тяги по крайней мере в два раза при одинаковых условиях конструкции и состояния пути. Отсюда видно преимущество машин с 4 ведущими колесами перед машинами с 2 ведущими колесами (при одинаковом устройстве колес) в смысле увеличения силы тяги на данном участке пути. Но и такой трактор, как показывает все вышеизложенное, может оказаться беспомощным на известных участках пути, где он будет не в состоянии тянуть прицепок, ибо сила тяги его уменьшается из-за буксования колес. Из рассмотрения равенства $F_4 = 2\varphi P_1$ видно, что при постоянном P_1 — уменьшение F_4 зависит от уменьшения φ, т.-е. коэффициента сцепления. Значит, чтобы сохранить постоянную силу тяги, необходимо принимать меры к постоянному сохранению при всех условиях пути постоянной величины для φ.

Надевание цепей, башмаков, поясов Бонадженте имеет целью повысить этот уменьшающийся на известных участках пути коэффициент сцепления.

С другой стороны, совершенно ясно, что трактор, везущий постоянный груз, не может ограничиваться одной и той же силой тяги, ибо ему приходится преодолевать различные переменные сопротивления, причем, например, при под‘еме на гору сопротивление W увеличивается, значит сила тяги F_4 должна также увеличиться, дабы преодолеть это сопротивление; таким образом F_4 должно быть больше W; само же $W = fP$, т.-е. полному весу трактора, умноженному на сопротивление движению. Дабы выяснить предел увеличения силы тяги на крюке при данном устройстве трактора, обратимся к процессу начала движения автомашины. Как указано выше, начало движения трактора станет возможным лишь тогда, когда $F_2 > W$ или $F_4 > W$. Это есть одно из условий начала движения (преодоление инерции трактора или поезда). Далее, обозначая через F_1 касательное усилие.

получаем $F_1 \times \frac{D}{2} = Tr$; $F_1 = T\frac{2r}{D}$; $F_1 = F_2$, при чем

F_2—Сила тяги на крюке.
F_3—сцепление, которое равно и противоположно касательному усилию.



Черт. 8.

Как видно из чертежа, некоторый вращающий момент Tr, получаемый от мотора, стремится повернуть ведущие или движущие колеса радиуса $\frac{D}{2}$. Буксование будет тогда, когда F_1—касательное усилие не встретит сопротивления со стороны пути, т.-е. когда $F_3 < F_1$ и наоборот, чтобы движущие колеса могли катиться по дороге без буксования и притом двигать автомашину, необходимо, чтобы максимум F_1 был меньше F_3, т.-е. силы сцепления, т.-е. той силы, которая противодействует скольжению (буксованию) колес под неподвижной машиной.

Точка приложения этой силы находится также на окружности колеса; сама сила равна произведению так-называемого сцепного веса (груза) на коэффициент трения, т.-е. произведению веса груза, приходящегося на данные ведущие колеса (или ведущую ось), на коэффициент трения.

Значит, если P_1 есть сцепной вес, а μ коэф. трения скольжения, то $F_3 = \mu P_1$; согласно вышеизложенного максимум $F_1 \leq \mu P_1$, а так как $F_1 = F_2$, а F_2 есть сила тяги на крюке, то, значит, сила тяги на крюки должна быть меньше силы сцепления колес трактора с полотном дороги, т.-е. максимум $F_2 \leq \mu P_1$, дабы не было буксования. Итак, условия начала движения трактором требуют, чтобы $\mu P_1 > F_2 > W$.

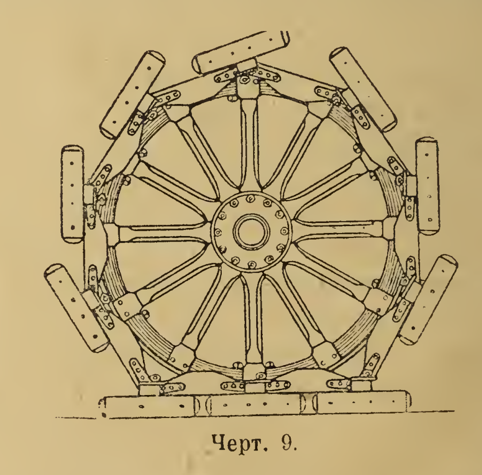
Переходя к тракторам с 4 ведущими колесами, формула обратится в такой вид: $F \leq \mu 2P_1$ и $F_1 = F_4$; в то же время при одинаковом сцепном весе обеих осей, то-есть при $P_1 = P_2$, получим, что $F_1 \leq \mu 2P_1$; но, как указано выше, $F_4 = \varphi 2P_1$, откуда следует, что коэффициент сцепления φ не равен коэффициенту трения, а есть функция его, и обыкновенно принимается, что $\varphi = 0{,}8\mu$. Итак, максимум касательного усилия F_1 есть предел величины силы тяги. Как сказано выше, для увеличения силы тяги F_4, при достаточной мощности мотора, что может понадобиться, например, на под'еме, надо увеличить либо φ, а значит и μ, либо P_1.

Предположим, что трактор буксирует определенный груз на ровном участке пути, преодолевая сопротивление $W = \varphi P$. Дабы он мог с тем же прицепным грузом преодолевать под'ем, надо, чтобы сила тяги его увеличилась, для чего надо увеличить либо P_1, либо φ (или μ). Если мы, поднимаясь в гору, станем для увеличения тягового усилия увеличивать нагрузку P_1, то это поведет к тому, что сопротивление движению W, увеличившееся и без того вследствие увеличения P из-за под'ема, стало бы еще больше увеличиваться из-за увеличения P, ибо его слагаемое P_1 мы сами увеличили; а для преодоления увеличивающегося W пришлось бы еще увеличивать касательное усилие F_1, которое в конце-концов получится больше μP_1 и, значит, наступит буксование. Следовательно, увеличение сцепного груза может быть полезным при возрастании сопротивления из-за под'ема или других причин лишь до известного предела, после которого увеличение сцепного давления вызовет лишь буксование, прекратить которое можно будет лишь путем увеличения φ (или μ), т.-е. путем увеличения коэффициента сцепления между полотном дороги и колесами. Это увеличение достигается, как указано выше, надеванием на колеса различных приспособлений. Приведенные рассуждения показывают, что приспособления, увеличивающие сцепление колес с полотном дороги, имеют очень большое значение и в этом смысле они должны рассматриваться, как необходимая составная часть как трактора, так и прицепок. К сожалению, такого определенного взгляда на них не было установлено ни во время опытов 1914 года во Франции, ни во время опытов, производимых с тракторами в 1913 г. в России. Правильную оценку поясам Бонадженте, этому наиболее радикальному из аналогичных приспособлений, сделал в 1914 г. итальянский завод Фиат, который включил такой снимающийся пояс под названием «чинголи» в конструкцию своего трактора тип 20В («чинголо» в буквальном

переводе значит—пояс, а «чинголи»—пояса). Подробно об этом будет изложено ниже.

б) Колесные пояса, описание их, расчеты, поясняющие их значение.

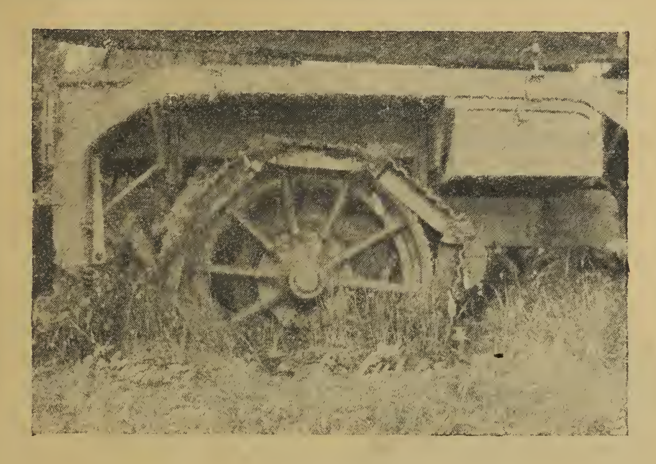
Для того, чтобы было яснее, почему и насколько пояса Бонадженте и другие приспособления в роде них увеличивают способность трактора брать под'емы и ходить по бездорожью, необходимо вкратце описать их устройство и произвести подсчеты, об'ясняющие это. Прежде всего, надо оговориться, что система колесного пояса Бонадженте не новость: еще в 20 годах прошлого столетия она была осуществлена в так-называемом колесе Изар'а под названием «колеса в колесе». Эта система применялась в 1855 году англичанами в Крыму на локомотивах Буайдем, затем около 1900 г. майором итальянской службы Бонадженте такие пояса были сконструированы для 149 м/м. пушек, предназначенных для работы в Альпах. Эта же идея, еще более развитая, воплощена в гусеницах, в «чинголи» завода Фиат и в колесном барабане Дедюлина. Суть системы заключается в том, что для колеса автомашины взамен дороги создается желобчатый путь из элементов пояса при их развертывании на дороге. Это развертывание происходит от движения колеса по внутренней поверхности желоба и выражается тем, что на дороге расстилается одновре-



Черт. 9.

менно иногда десяток, а иногда 2—3 элемента пояса, образуя своей внутренней поверхностью рельс, по которому перекатывается колесо; затем один следующий элемент (звено) пояса вновь расстилается на землю, а один задний поднимается с земли и т. д. (см. черт. № 9 и фот. № 12). В поясах Бонадженте этот путь рельсовый образуют наруж-

ные деревянные пластинки и внутренние стальные желоба, в «чинголи» стальные пластинки и стальные желоба, у Дедюлина внутренняя поверхность барабана, при чем в этой системе нет элементов (звеньев), а есть сплошной пояс—барабан, который перекатывается оттого, что внутри него идет колесо автомашины. Говоря в данное время только о поясах Бонадженте и чинголи, надо отметить, что пояса,



Фот. 12.

применяемые во время конкурса 1914 года фирмою Панар, состояли из деревянных пластин со стальными желобами, соединенными шарнирно друг с другом и одетыми на колеса с игрой, то-есть свободно, а не в натяжку. Эта игра, во-первых, устраняла буксование колес в поясе, а во-вторых, при поворотах эта игра давала возможность поясу, не создавая излишнего затруднения, переменять постепенно направление в связи с поворотами колеса. Таким образом, при этом приспособлении получается, что резиновые шины трактора должны перекатываться по поверхности стальных желобов пояса, а в «чинголи» Фиат стальные ребристые ободья колес трактора перекатываются по стальным желобам «чинголи», зацепляясь за них, кроме того, особыми зубьями (о чем подробнее ниже). Таким образом, вопрос о сцеплении колес с полотном дороги распадается на 2: во-первых, на сцепление деревянных или стальных пластин с полотном дороги и, во-вторых, на перекатывание резиновых шин по стальному желобу или ребристого стального колеса по стальному поясу, зацепляясь в то же время за его зубчатку особыми выступами на ободе. Такие пояса в сущности те же гусеницы, но меньшей длины.

в) Подтверждение расчетов опытными данными и выводы расчетных данных из этих опытов.

Обращаясь к подсчетам, выясним, какие изменения должны внести пояса Бонадженте и «чинголи» как в движение самих тракторов, так и в буксирование ими прицепного груза. Начнем с «чинголи» в виду того, что введением их в состав конструкции трактора завод Фиат полагает возможным заменить такими тракторами с 2 ведущими колесами тракторы с 4 ведущими колесами и тем самым разрешить вопрос о полном сцеплении, не устраивая всех 4 колес ведущими. Материалом для этого исследования являются результаты испытаний такого трактора автором настоящей работы летом 1915 г. возле Турина в Италии.



Фот. 13.

Трактор Фиат тип 20В (фот. № 13 и 14) с 2 ведущими задними колесами имеет полный вес в груженом состоянии, как видно из таблицы, 13,300 килограмм, при чем ведущие колеса имеют стальные ребристые обода. Сцепной груз P_1, т.-е. давление на заднюю ведущую ось нормально 7200 килограмм. Сила тяги, которую может развить этот трактор, определится из формулы $F_2 = \varphi P_1 - kP_2$, где F_2 искомая сила тяги при 2-х ведущих колесах, P_1 сцепной вес, φ коэф. сцепления ведущих колес с полотном дороги, k—коэф. сопротивления движению (катания) для передних холостых колес; P_2—давление, прихо-

дящееся на переднюю холостую ось. Подставляя соответственные величины получим: $\varphi = 0,3$, при ребристых стальных ободах на шоссе; $P_1 = 7200$ килограмм, $P_2 = 5800$ килограмм; $k = 0,03$ — при передних резиновых сплошных шинах. Пренебрегая сопротивлением ветра получаем: $F_2 = 0,3 \times 7200 - 0,03 \times 5800 = 1986$ килограмм. При пол-



фот. 14.

ном использовании этой силы тяги на крюке, трактор может везти по горизонтальному участку шоссе прицепной груз на резиновых шинах веса Q, который равен $Q = F_2 : k$; $Q = 1986 : 0,03 = 66.200$ килограмм. При испытании этого трактора в Турине он с одетыми на задние колеса «чинголи» буксировал по горизонтальному шоссе 100.000 килограмм прицепного груза, состоящего из ряда груженых грузовиков на резиновых шинах (фот. № 15). Отсюда следует, что одетые на ведущие колеса «чинголи» увеличили сцепление колес с полотном дороги. Каково же оно получается при «чинголи»? Величину сцепления получим из формулы $Q = F_2 : k = \frac{\varphi P_1 - k P_2}{k}$; подставляя раньше указанные и найденные величины, получим $113.000 = \frac{X.\ 7200 - 0,03\ .\ 5800}{0,03}$, где X—искомый коэф. сцепления надетых «чинголи» с полотном дороги; $X = 0,49$ вместо 0,3 без «чинголи».

Во время тех же опытов трактор буксировал (фот. № 16 и 17) на под'ем в 18% (гора Суперга) длиной до 5 километров прицепной груз общим весом 15 тонн, имея сцепной вес (давление на ведущую ось) 9 тонн. Для того, чтобы трактор мог произвести эту работу, надо, чтобы сила тяги F_2 была не меньше общего сопротивления

Фот. 15.

движению на под'ем 18% трактора с прицепками, т.-е. $F_2 = P\frac{s}{a} + P_k$, где P_1 сцепной вес = 9 тоннам, P общий вес всего поезда; k — коэф-



Фот. 16.

фициент сопротивления катанию поезда $P = 13 + 15 = 28$ тонн.; $S = 18\%$ при $a = 100$ метр.; К = 0,03.

$F_2 = 28 \times 0{,}18 + 28 \times 0{,}03 = 5880$; дабы не было буксования, надо, чтобы сила сцепления $P_1\varphi$ была $> F_2$ и $F_2 = \varphi P_1 - K_1 P_2$; $5880 = 9000\,X - 0{,}015 \times 4.300$; $x = \varphi = 0{,}66$, т.-е. коэффициент сцепления возрос вдвое, оттого что одеты «чинголи». Теперь определим, поскольку в этой конструкции использована та величина силы тяги, которую трактор мог бы развить при данной мощности его мотора. Мотор 4-цилиндровый диам. 130 м/м., ход поршня 200 м/м. Эффек-



Фот. 17.

тивная мощность $M_{действ.} = 0{,}0315 \times 0{,}85 \times 0{,}25 \times 1000 \times 11 = 66$ лошадей, при чем 0,85 и 0,25 коэффициенты отдачи термический и механический, а 11 есть литраж 4 цилиндров.

Наибольшая сила тяги $Z_{max} = \frac{M \times 75}{v}\alpha$, где M эффективная мощность равна 66 лош.; v скорость движения трактора в метрах в секунду $= \frac{V}{3{,}6}$, где V скорость движения в километрах в час $= 2$ килом.; α коэффициент отдачи передач, который примем $= 0{,}7$

$$Z_{max} = \frac{66 \times 75 \times 0{,}7 \times 3{,}6}{2} = 6230$$ килогр., т.-е. сила тяги была в данном опыте использована почти полностью, а именно: 5880 килограмм., использованных при 6230 килограмм теоретической наибольшей силы тяги, т.-е. использовано 92%. Как известно, главным недостатком тракторов и грузовиков с 2 ведущими колесами по сравнению с автомашинами, имеющими 4 ведущих колеса, является то обстоятельство, что вследствие недостатка сцепления в них, вообще говоря, не использована бывает мощность мотора полностью, так как рассчитанная для движения с большей скоростью, она оказывается излишней при движении с малой скоростью, ибо при намерении использовать всю мощ-

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AT URBANA-CHAMPAIGN

ность полностью, путем увеличения нагрузки на ведущую ось, получаем силу тяги, превосходящую сцепление колес с полотном дороги, отчего происходит буксование. Таким образом, трактор «Фиат» с «чинголи», являясь более простым по конструкции, воплощает в себе идею использования мощности мотора при малой скорости, которая на 1-ой передаче у него меньше, чем у какой-либо из существовавших до 1915 г. грузомашин, а именно на 1 передаче (на 1-й скорости) трактор может развить 1,4 километра в час, и такое уменьшение скорости, как видно из формулы

$$Z_{max} = \frac{M \times 75 \times \alpha}{V}$$

ведет к увеличению силы тяги, которая к тому же вполне использована благодаря «чинголи», повышающим коэффициент сцепления до 0,66. Основываясь на обстоятельствах вышеизложенных, фирма «Фиат» считает свой трактор как бы вполне заменяющим трактор с 4 ведущими колесами и притом более простым. Отдавая должное простоте конструкции, мало чем отличающейся от конструкции обыкновенного грузовика, а также и полному использованию мощности мотора, который рассчитан как раз по силе сцепления, все же приходится сказать, что усложнение конструкции в тракторах с 4 ведущими колесами дает, кроме полного использования мощности мотора, еще и полное использование давления от веса трактора и его нагрузки, путем разложения этого давления на обе оси, отчего увеличивается, как указано выше, сила тяги, по меньшей мере, вдвое. Между тем, как даже у трактора «Фиат», вес коего с нагрузкой равен 13.300 килограмм., сцепной вес, т.-е. давление на ведущую ось, равен только максимум 7200 — 9000 килограммам. Дальнейшее увеличение при 2 ведущих колесах вредно бы отражалось на дорогах и мостах и, таким образом, трактор «Фиат» надо считать максимумом того, чего можно достичь при данном состоянии дорог и мостов, при 2 ведущих колесах, при чем дальнейшее учеличение мощности мотора было бы бесполезно в смысле увеличения силы тяги. Между тем, как при 4 ведущих колесах мощность мотора может быть увеличена значительно по сравнению даже с трактором «Фиат», и все же она может быть использована, особенно при употреблении таких приспособлений, как пояса Бонадженте или «чинголи». Характерно, что эти приспособления разработаны полнее всего итальянцами, горная родина заставила их подумать над вопросом полного сцепления колес с полотном дороги, а присущее их технике стремление к простым конструкциям забраковало систему 4 ведущих колес из-за сложности механизма. Это обстоятельство аналогично с тем, что швейцарский завод Заурер ввел в своих грузовиках воздушное торможение мотора,

т.-е. торможение в месте возникновения движущей силы. На эту деталь, как об'яснял мне в 1913 году сам владелец завода Адольф Заурер, показывая на дорогу, идущую с завода, натолкнуло их то обстоятельство, что завод Заурера расположен на вершине горы и, куда бы машина ни пошла с завода на испытание, она прежде всего должна спуститься с крутой горы, и вот эта постоянная обязательная необходимость спускаться с горы навела одного из инженеров завода на мысль устроить радикальное торможение, т.-е. в месте возникновения движущей силы, на ряду с обыкновенными тормозами, вместо того, чтобы устраивать сложные тормоза. Указанные примеры свидетельствуют о стремлении приспособить машины к условиям работы данной местности; такое же стремление было источником возникновения в России приспособления Кегресса для движения по снегу, при чем характерно то, что француз Кегресс, оставаясь во Франции, не конструировал ничего подобного, а создал свое приспособление в России, после того, как повозился порядочно с нашими снежными дорогами; точно так же и Дедюлин, поработав в русских условиях, сконструировал «колесо в барабане» для движения по снегу. Все это показывает, что если при конструировании машин учитываются местные условия, то машины лучше отвечают своему назначению, чем если они «интернациональны», как чуть не все автомобили, устройство коих во всех широтах и долготах света чуть ли не одинаково; еще более вредно, конечно, когда конструкция, созданная для постоянного тепла, переходит на работу в страну с такими морозами, как в России; например, почти идеальные по конструкции машины Рено в России сильно проигрывают из-за своего термосифонного охлаждения.

г) Итальянские активные колесные пояса «чинголи» на тракторах с 2 ведущими колесами, их описание и расчеты, к ним относящиеся.

Перенося все вышеуказанное на конструкцию тракторов, приходится отметить, что для России наиболее пригодными должны почитаться машины возможно простые и в то же время хорошо использующие мощность мотора при надлежащем сцеплении колес с плохим полотном дорог и даже на бездорожье. Таковым типом можно считать описанный выше трактор «Фиат», но еще более подходят для России тракторы автомобильного типа с 4 ведущими колесами французских моделей, при обязательном снабжении их колес прибором «чинголи». Трактор «Фиат» не может решить всех задач по передвижению грузов в России, ибо на бездорожье он в значительной степени теряет свою проходимость, так как передние

колеса зарываются в землю. Невольно возникает мысль, почему же передние колеса не были также снабжены «чинголи» во избежание зарывания их в грунт. Этого не делалось потому, что передние колеса у трактора «Фиат», как указано выше, не ведущие, а холостые, и снабженные «чинголи» они затрудняли бы поворачивание машины, так как «чинголи» создавали бы слишком большое сопротивление при всякой перемене направления. На этом именно основании гусеничные тракторы имеют передние колеса или колесо обыкновенного образца и часто с ребордой для облегчения поворачивания передних колес при изменении направления движения. Другое дело, когда передние колеса также ведущие: их поворачивание, происходящее одновременно с их активной работой передвижения, если и затрудняется надетыми «чинголи», то сравнительно незначительно и во всяком случае «чинголи» при 4 ведущих колесах принесут пользы еще больше, чем при 2 ведущих колесах. Дабы покончить с применением «чинголи» в тракторах с 2 ведущими колесами, посмотрим, как влияет их присутствие на скорость движения трактора. Из личного опыта могу сказать, что там, где трактор без «чинголи» шел на 1-й скорости, при надетых «чинголи» он шел на 2-й скорости. Об'ясняется это тем, что сопротивление катанию чугунного ребристого обода колеса по внутренней поверхности «чинголи» меньше, нежели сопротивление катанию этих колес по плохому шоссе. Чтобы выразить это цифрами, произведем вычисления, пользуясь формулой, устанавливающей зависимость между силой тяги и сопротивлением, а именно: $F = P\frac{s}{a} + kP$, где все обозначения вышеуказанные. При опытах на шоссе при под'еме в $8^0/_0$ трактор вез прицепной груз 16 тонн на первой передаче со скоростью 3,5 километра без «чинголи» и со скоростью 4,5 на 2-й передаче с надетыми «чинголи». Вычислим сопротивление катанию в том и другом случае.

В первом случае (без «чинголи») $\frac{F = 66 \times 75 \times 0{,}7 \times 3{,}6}{3{,}5} = 29.000 \times \frac{8}{100} + 29.000\ X_1$, где 29 тонн $= 13.000 + 16.000$ есть передвигаемый груз, X_1 — искомый коэффициент сопротивления катанию, а прочие обозначения прежние. $X_1 = 0{,}042$, что по Ватсону соответствует мягкому шоссе, как это и имело место при опытах.

Во втором случае (с надетыми «чинголи»)

$$F = \frac{66 \times 75 \times 0{,}7 \times 3{,}6}{4{,}5} = 29.000 \times \frac{8}{100} + 29.000\ X_2$$

$$X_2 = 0{,}0155,$$

что по Рэзалю соответствует сопротивлению при катании железных

ободов по чугунным колеям или, что почти то же, стальных ободов по стальным колеям, что и имело место при опыте, ибо стальные ребристые колеса трактора катились по внутренней стальной поверхности «чинголи». Дабы было ясно, почему при этом не происходит буксования стального обода колеса по поверхности «чинголи», ниже подробно описывается их устройство, а попутно и способ снимания и одевания их, из чего видна простота пользования ими и постоянная их готовность к работе.

Колея из «чинголи», как уже указывалось, представляет собою устройство, подобное такому же (пояса Бонадженте), употребляемому для передвижения артиллерии больших калибров; но образец, коим снабжены тракторы «Фиат», является образцом, специально сконструированным для одевания на ведущие активные колеса в то время, как пояса Бонадженте устраивались для неведущих колес буксируемой артиллерии, т.-е. вообще для пассивных колес. В этих видах желоба у пластин «чинголи» имеют не гладкие края, кои употреблялись обыкновенно у поясов Бонадженте, а зубчатые, в то же время на внутренней закраине ведущих колес (фот. № 13) укреплены стальные зубья, которые входят в соответствующие гнезда зубчаток, находящихся на краях желобов, составляющих элементы этого колесного пояса. Вследствие такого зацепления колеса не могут буксовать в поясе и являются ведущими колесами, прежнее сцепление которых с полотном дороги заменяется сцеплением двух одновременно расстилающихся на дороге пластин пояса. Пояс состоит из восьми пластин. Пластины представляют собой гофрированные стальные листы длиной 50 с|м., шириной 35 с|м., на передних и задних концах их имеются стальные же закраины. Таким образом, площадь соприкосновения с дорогой для обоих ведущих колес равна $50 \times 35 \times 2 \times 2 = 7.000$ с|м.^{2} Без «чинголи» же она равна $18 \times 10 \times 2 = 360$ с|м.^{2} (при ширине обода 18 с|м. и соприкосновения по периметру в 10 с|м.).

Пластины соединены между собой шарнирами, которыми заканчиваются с обеих сторон те планки из угловой стали, к коим приклепаны пластины и которые образуют желоба. Наверху вертикальной полки угловой планки, лежащей с внутренней стороны, имеются зубчатки, о которых сказано выше. Вышина гофрировки и закраин так рассчитана, чтобы, увеличивая весьма значительно сцепление, они не портили хорошей дороги, оставляя при движении на ней едва заметный след от закраин, которые выступают несколько больше, чем гофрировка (фот. № 17).

Приемы для снимания и одевания «чинголи» весьма просты и при умелом персонале требуют работы 2-х человек и до 20 минут. При движении без «чинголи» они расположены на двух прочных под-

держках, имеющих форму больших щитов, расположенных по бокам карроссери над задними ведущими колесами; на концах каждой из этих поддержек имеются по две лебедки (фот. № 13), служащих для одевания и снимания пояса с колес и укладки его на поддержку; на ходу пояса на поддержке прикрепляются накладными замками.

д) Расчеты, характеризующие тракторы с 4 ведущими колесами, снабженными активными поясами.

Подсчитаем теперь, какой результат мог бы быть получен, если бы, например, трактор «Рено № 12» имел колеса «Фиат» с «чинголи». Мотор этого трактора имеет 4 цилиндра диаметром 130 м|м., ход поршня 160 м|м. и нормально 1000 оборотов. Давление на переднюю ведущую ось 3100 килограмм., на заднюю 4400 килограмм., общий вес груженого трактора 7500 килограмм., а вес прицепного груза был 15.600 килограмм.

Приняв коэффициент сцепления $\varphi = 0{,}66$, подсчитаем, какой груз мог бы такой трактор с «чинголи» буксировать на под'ем 12% и 18%, для чего возьмем формулу $P_1\varphi = P\frac{s}{a} + PK$, где $P_1 = 3100 + 4400 = 7500$ кил., $\varphi = 0{,}66$; P искомое; $K = 0{,}018$; в этих условиях при $\frac{s}{a} = 0{,}18$, т.-е. 18% при $A = 100$ метр., $P = \frac{7{,}5 \times 0{,}66}{0{,}18 + 0{,}018} = 26{,}2$ тонн, а вес буксируемого груза равняется $26{,}2 - 7{,}5 = 18{,}7$ тонн; при $\frac{s}{a} = 0{,}12$, т.-е. 12% под'ема, $P = 36$ тонн., а вес буксируемого груза $= 36 - 7{,}5 = 28{,}5$ тонн. Сила тяги $F_4 = \varphi P_1$, которую трактор мог бы развить, не опасаясь буксования, могла быть $= F_4 = 7500 \times 0{,}66 = 4950$ килограмм. Этот трактор на под'ем 12% буксировал только 15.600 килограмм., а на под'ем в 15% он должен был втягивать эти 15 тонн посредством ворота, а не собственным ходом, для чего у него нехватало сцепления. Значит, наличие «чинголи» могло бы увеличить вес прицепного груза на под'еме 12% (при достаточной мощности мотора) на 80%. Посмотрим теперь, какая наибольшая сила тяги этого трактора, поскольку она использована у него без «чинголи» и поскольку могла бы быть использована при «чинголи». В настоящем не рассматривается вопрос о том, какова была бы сила тяги и сцепление с поясами Бонадженте, ибо, как указано выше, их конструкция приспособлена главным образом для неведущих (не активных) колес. Итак, обратимся к подсчетам наибольшей силы тяги и степени ее использования без «чинголи» и с «чинголи». Полезная мощность мотора $Mg = 0{,}0315 \times \mu_m \times \mu_t \times n \times 0$, где μ_m и μ_t коэффициент отдачи термический и механиче-

ский, n — число оборотов двигателя в минуту = 1000, O — об'ем 4 цилиндров в литрах = 2,12 × 4 = 8,48 литров.

M. дейст. = 0,0315 × 0,85 × 0,25 × 1000 × 8,48 = 56,75 лошадей.

Наибольшая теоретическая сила тяги $Z = \frac{M . 75a}{v} = \frac{M . 75 \times 3,6a}{v}$, где Mg = 56,75, a = 0,6 коэф. отдачи передач, который несколько уменьшен в виду того, что при 4 ведущих колесах передача более сложной конструкции и отдача передач меньше, чем при 2 ведущих колесах;

v скорость движения в метрах/сек., а V скорость движения килом./час = 3 килограмма на 1-й передаче.

$Z_{max} = \frac{56,75 \times 75 \times 0,6 \times 3,6}{3} = 3065$ килограмм., а так как при применении «чинголи» трактор мог бы развить силу тяги = 4950 килограмм. (см. выше), то выходит, что мощность мотора при данной скорости 3 километра на 1-й передаче недостаточна и она была бы достаточна, если бы на 1-й передаче (1 скорость) скорость движения была 1,4 километра, как у «Фиат», тогда

$Z_{max} = \frac{56,75 \times 75 \times 0,6 \times 3,6}{1,4} = 6570$ килограмм., что > 4950 килогр.

Отсюда видно, какое громадное значение для наилучшего использования силы тяги имеет скорость движения на первой передаче, а также и то, как фирма «Фиат» прекрасно учла опыт французских испытаний тракторов в 1914 г., введя в своем тракторе скорость движения на 1-й передаче 1,4 килом.—меньше, чем это применялось до сих пор всеми фирмами, и тем самым использовала до предела мощность мотора и силу тяги, даваемую трактором с «чинголи». Сравнивая вес прицепных грузов, буксируемых на под'ем 18% трактором «Фиат» с «чинголи», а именно 15 тонн и груз 18,7 тонн, который мог бы быть буксируем трактором «Рено», если бы у него были одеты «чинголи» на 4 колеса и 1-я передача была бы такая же, как у «Фиат» (1,4 килом./час.), видим, что веса эти почти одинаковы. Значит, эффект работы у 2-х тракторов с надетыми «чинголи» в этих условиях почти одинаков, а между тем конструкция их разная: «Фиат» имеет 2 ведущих колеса, мотор в 66 действительных лошадей и нагрузку на ведущую ось 9 тонн; «Рено» имеет 4 ведущих колеса, мотор в 56,75 действительных лошадей и сумму нагрузок на 2 ведущие оси 7,5 тонн, при нагрузке на заднюю 4,4 тонн, а на переднюю 3,1 тонн.

Таким образом, совершенно ясно, что, беря вместо двух 4 ведущих колеса, для получения того же эффекта можно мотор делать слабее (в данном случае на 14%), наибольшую нагрузку на каждую ведущую ось можно делать почти вдвое меньше, что, конечно, пред-

ставляет большие преимущества. Если бы мы дали трактору с 4 ведущими колесами ту же мощность мотора, как у «Фиат», т.-е. 66 действительных лошадей, ту же скорость на 1-й передаче — 1,4 километра, ту же нагрузку на каждую ведущую ось, а именно 7,2 тонны на заднюю и 5,8 тонн на переднюю, сохранив таким образом общий вес трактора таким, как уже имеется в натуре, то получили бы трактор, который при «чинголи» дал бы больше эффекта, чем «Фиат» с 2 ведущими колесами. Подтвердим это подсчетами.

Посмотрим, какой прицепной груз такой трактор мог бы везти, во-первых, по горизонту, во-вторых, на под'ем 18%, в обоих случаях по шоссе.

Вычислим величину прицепного груза Q в первом случае, т.-е. при горизонтальном участке пути, считая коэффициент сцепления $\varphi = 0{,}49$, т.-е. тот же, который получился у нас выше для «Фиат» при буксировании 100 тонн; оказывается, что вес прицепного груза на резиновых шинах увеличился на 112%. Так как сцепной груз передних колес остался прежний, то эта прибавка 112% вызвана тем, что передние колеса стали ведущими.

Величина прицепного груза на под'еме 18%, считая коэффициент сцепления 0,66, определится из формулы $P_1\varphi = P\frac{s}{a} + Pk$; $P_1 = 13$ тонн — сцепной вес; $\varphi = 0{,}66$; $s = 18\%$ при $a = 100$ метр., $k = 0{,}018$; P — искомый вес поезда; $P = \frac{0{,}66 \times 13}{0{,}18 + 0{,}018} = 43{,}3$ тонны, вычитая отсюда вес самого трактора — 13 тонн, получаем, что вес прицепного груза $43{,}3 - 13 = 30{,}3$ тонн; он возрос против 15 тонн больше чем вдвое, в то время, когда наибольшее давление на ведущую ось может быть меньше (7,2 тонны вместо 9 тонн); таким образом, убавление сцепного веса задней оси не только компенсировано тем, что передняя ось стала ведущей, но и общий вес буксируемого груза увеличился.

Обращаясь снова к французскому конкурсу 1914 г. и также к работе французских тракторов в войну 1914—1918 годов, когда они работали уже в достаточно большом числе на фронте, приходится сказать, что не было достигнуто полного результата при их эксплоатации, т.-е. не было полного использования всех возможностей, даваемых машиной с 4 ведущими колесами. И не было достигнуто потому, что не было разработано до конца необходимое дополнение к резиновым шинам, принятым во французской конструкции тракторов с 4 ведущими колесами; это дополнение есть активные колесные пояса типа итальянских «чинголи», приспособленных фирмой «Фиат» к колесам со стальными ободами. Несомненно, что резиновые шины дают больше преимуществ при движении трактора по хорошей дороге

увеличивая его скорость, а на передних колесах сохраняют мотор от толчков и ударов. В то же время активные «чинголи» итальянского образца не требуют обязательных стальных ободов, при коих только легче осуществить зацепление колеса с зубчаткой пояса «чинголи», но и при резиновых ободах это возможно. «Фиат» принял стальные, а не резиновые обода, ибо максимальная скорость его трактора была рассчитана на 9—12 километров, при которой допустимы и стальные обода, а будучи ребристыми, они реже требуют надевания «чинголи», нежели если бы они были резиновыми. Так как французские тракторы развивают скорость до 15—25 километров, в чем их преимущество на хорошей дороге, то для них более пригодны резиновые обода.

Выяснив в высшей степени полезное значение активных колесных поясов типа «чинголи» при стальных ободах, приходится пожелать, чтобы и при резиновых ободах были сконструированы такие же активные пояса типа «чинголи».

5. Подсчеты коэффициентов сопротивления катанию и сцепления на основании опытов.

а) Величины их на сухих дорогах.

Эти пояса были нами пока рассмотрены, как средство при сухом полотне дороги увеличить сцепление с ним, дабы увеличить вес буксируемого груза. Но эти же приспособления пригодны и для того, чтобы при данном весе груза устранить буксование при понижении на грязной дороге или на бездорожье коэффициента сцепления. Посмотрим теперь, насколько же падает коэффициент сцепления в разных условиях работы тракторов и когда даже пассивные пояса, в роде Бонадженте, могут компенсировать это уменьшение и насколько именно компенсируют, восполняя тем уменьшение коэффициента сцепления. Из таблицы характеристики видно, что вес прицепного груза был вдвое больше веса груженых тракторов. При 4 ведущих колесах это означает, что если трактор может буксировать такой груз, то коэффициент сцепления колес с полотном дороги φ около $= 0{,}4 - 0{,}5$; это следует из формулы $F_4 = \varphi\ (P_1 + P_2)$; проверим это по результатам испытаний 23 марта у Венсена.

Из отчета испытаний известно, что тракторы с 2 прицепками при испытании 23 марта у Венсена брали под'ем 12% со скоростью 3 километров по мощеной дороге, просохшей после бывших дождей, а пока она не просохла, все они буксовали даже с цепями. Чтобы определить тяговое усилие трактора, надо сначала определить те сопротивления, кои трактору пришлось преодолеть при этом испытании. Воспользуемся формулой, устанавливающей зависимость между полез-

ной мощностью автомобиля на ободе Мавт, скоростью движения его и сопротивлением движению, причем полезная мощность на ободах $M_{\text{авт.}} = M_{\text{дейст.}} \times \eta$, где η есть отдача шасси, т.-е. отдача передач, учитывая также и трение в ступицах колес. Полагая η, как и раньше $= 0{,}6$, получим, что $M_a = 0{,}6 Mg$.

Применим эти формулы к различным тракторам, начав с «Рено» № 12, о коем уже говорилось выше.

а) Мощность его действ. $= 56{,}75$ лошадей, а мощность шасси Мав $= 0{,}6 \times 56{,}75 = 34$ лошади. Для преодоления сопротивления W автомобилем, идущим со скоростью V, надо в нем иметь вращающий момент на движущих осях такой, который соответствовал бы полезной мощности

$$\text{М авт.} = \frac{W \times V}{3{,}6 \times 75} = 0{,}0037 \; W \, V$$

Обращаясь к рассматриваемому случаю, получаем:

$$34 = 0{,}0037 \times W \times 3; \; W = \frac{34}{3 \times 0{,}0037}; \quad W = \frac{34}{0{,}0111} = 3063 \text{ килогр.}$$

Это сопротивление сложилось из сопротивления катанию и из сопротивления, вызванного под'емом. Сопротивлением воздуха пренебрегаем в виду его ничтожности при данной малой скорости. Как видно из таблицы характеристики, вес поезда $= 23100$ килогр., поэтому $W = 23100 \times K + 0{,}12 \times 23100 = 3063$, где K коэффициент сопротивления катания, а 0,12 под'ем; отсюда $K = \frac{3063 - 0{,}12 \times 23100}{23.100}$; $K = 0{,}0126$, что и соответствует коэффициенту сопротивления катанию по хорошей мостовой.

Общий же коэффициент сопротивления передвижению $f = \frac{3063}{23.100} = 0{,}133 = 0{,}12 + 0{,}0126$

Для вычисления необходимой силы тяги на крюке возьмем формулу P (вес поезда) $= F_4 : f$, т.-е. $23100 = F_4 : 0{,}133$, откуда $F_4 = 3072$ килограмм.

Для возможности движения необходимо, чтобы сила тяги была меньше силы сцепления, т.-е., чтобы $F_4 < \varphi P$, т.-е минимальная величина φ получится из равенства $\varphi = \frac{F_4}{P}$, значит $\varphi \min = \frac{3072}{7500} = 0{,}41$.

Из отчета видно, что в начале опыта тракторы не могли подняться на этот под'ем с прицепками, ибо грязь была еще скользкая,

значит φ было меньше 0,41. Повысить это сцепление можно было только или одев цепи или «чинголи», или же дождавшись, когда грязь подсохнет.

Проделав то же для других машин, получаем:

б) Для Лятиля № 9, который взял под'ем без цепей со скоростью 3 километра при числе оборотов мотора 1285.

$$M \text{ дейст.} = 0{,}0315 \times 0{,}85 \times 0{,}25 \times 1285 \times 0{,}992 \times 4 = 0{,}00669 \times \times 1285 \times 3{,}97 = 34 \text{ лош.}$$

$$M \text{ авт.} = 0{,}6 \times 34 = 20{,}4 \text{ лош.}$$

$$20{,}40 = 0{,}0037 \times W \times 3; \quad W = \frac{20{,}40}{3 \times 0{,}0037} = \frac{20{,}40}{0{,}0111} = 1837 \text{ килогр.}$$

$$K = \frac{1837 - 0{,}12 \times 13.835}{13.835} = \frac{177}{13.835} = 0{,}0126; \quad f = \frac{1837}{13.835} = 0{,}133.$$

$$F_4 = 13835 \times 0{,}133 = 1840 \text{ килогр.}$$

$$\varphi = \frac{1840}{5500} = 0{,}35.$$

в) Для Панара № 2, который взял под'ем без цепей со скоростью 4,5 километра при 1320 оборотов мотора.

$$M \text{ дейст.} = 0{,}00669 \times 1320 \times 1{,}1 \times 6 = 57{,}28 \text{ лош.}$$

$$M \text{ авт.} = 0{,}6 \times 57{,}28 = 34{,}37 \text{ лош.}$$

$$34{,}37 = 0{,}0037 \times W \times 4{,}5; \quad W \frac{34{,}37}{4{,}5 \times 0{,}0037} = \frac{34{,}37}{0{,}0167} = 2058 \text{ килогр.}$$

$$K = \frac{2058 - 0{,}12 \times 15.500}{15{,}500} = \frac{198}{15.500} = 0{,}0128$$

$$f = \frac{2058}{15.500} = 0{,}133$$

$$F_4 = 15.500 \times 0{,}133 = 2062 \text{ килогр.}$$

$$\varphi = \frac{2062}{5500} = 0{,}37$$

г) Для трактора Панар № 3, взявшего под'ем без цепей со скоростью 3 кил. при 1250 оборотах мотора.

$$M \text{ дейст.} = 0{,}00669 \times 1250 \times 6{,}6 = 54{,}6 \text{ лош.}$$

$$M \text{ авт.} = 0{,}6 \times 54{,}6 = 32{,}78 \text{ лош.}$$

$$32{,}78 = 0{,}0037 \times W \times 3; \quad W = \frac{32{,}78}{3 \times 0{,}00037} = \frac{32{,}78}{0{,}0111} = 2953$$

$$K = \frac{2953 - 0{,}12 \times 22235}{22235} = \frac{285}{22235} = 0{,}0128$$

$$f = \frac{2953}{22.235} = 0{,}137; \quad F_4 = 22235 \times 0{,}137 = 3046 \text{ килогр.}$$

$$\varphi = \frac{3046}{7235} = 0{,}42$$

д) Для трактора Лятиль № 7, взявшего под'ем с цепями со скоростью 3 килом. при 1135 оборотах мотора.

М. дейст. $= 0{,}00669 \times 1135 \times 1{,}81 \times 4 = 54{,}5$.

М авт. $= 0{,}6 \times 54{,}5 = 32{,}70$.

$$32{,}70 = 0{,}0037 \times W \times 3; \quad W = \frac{32{,}70}{3 \times 0{,}0037} = \frac{32{,}70}{0{,}0111} = 2938 \text{ килогр.}$$

$$K = \frac{2938 - 0{,}12 \times 22.160}{22.160} = \frac{279}{22.160} = 0{,}0126;$$

$$f = \frac{2938}{22.160} = 0{,}137; \quad F_4 = 22160 \times 0{,}137 = 3036;$$

$$\varphi = \frac{3036}{7.16o} = 0{,}42;$$

е) Для трактора Шнейдера № 13, который взял под'ем со скоростью 3 килом. с цепями при 1200 оборотах мотора.

М действ. $= 0{,}00669 \times 1200 \times 1{,}72 \times 4 = 55{,}4$ лош.

М авт. $= 0{,}6 \times 55{,}4 = 33{,}2$ лош.

$$33{,}2 = 0{,}0037 \times W \times 3; \quad W = \frac{33{,}2}{3 \times 0{,}0037} = \frac{33{,}2}{0{,}0111} = 2988;$$

$$K = \frac{2988 - 0{,}12 \times 22.500}{22.500} = \frac{288}{22.500} = 0{,}0128;$$

$$f = \frac{2988}{22.500} = 0{,}133; \quad F_4 = 22500 \times 0{,}133 = 2993;$$

$$\varphi = \frac{2993}{7500} = 0{,}4.$$

Итак, из данного испытания мы видим, что для возможности преодоления под'ема в 12% на сравнительно сухой мощеной дороге необходим коэффициент сцепления не менее 0,35 — 0,37 при буксировании 14 — 15,5 тонн и не менее 0,4 — 0,42 при буксировании 21 — 22,5 тонн; при меньшем коэффициенте сцепления происходило буксование, причем цепи пришлось одеть для увеличения коэффициента сцепления тем тракторам, кои шли вначале, когда дорога еще не подсохла и когда коэффициент сцепления был менее необходимого. Вычислим величину коэффициента сцепления, при коем тракторы двигались по дорогам без твердой коры, т.-е. по грунтовым разного состояния.

б) Величины их на грязных дорогах.

Из отчета видно, на грунтовых дорогах Реймс-Эпернэ, Романи-Неттанкур и возле Бондрези тракторам пришлось брать под'емы до 7% на вязком, размягченном грунте. Ни один трактор не мог взять этих под'емов с 2 прицепками, а с одним брали на 1-ой ско-

рости. Для подсчета возьмем те же тракторы, пользуясь теми вычислениями, которые остаются правильными и при данном полотне дороги.

а) Для трактора Рено № 12:

М авт. = 34 лош.

$$34 = 0{,}0037 \times W \times 3; \quad W = 3063 \text{ килогр.}$$

$$K = \frac{3063 - 0{,}07 \times 15.000}{15.000} = 0{,}134;$$

$$f = \frac{3063}{15.000} = 0{,}204; \qquad F_4 = 3063;$$

$$\varphi = \frac{3063}{7500} = 0{,}41.$$

б) Для трактора Лятиль № 9:

М авт. = 20,4 лош.;

$$20{,}4 = 0{,}0037 \times W \times 2{,}5; \qquad W = 22{,}05;$$

$$K = \frac{2205 - 0{,}07 \times 9700}{9.700} = 0{,}157;$$

$$f = \frac{2205}{9.700} = 0{,}227; \qquad F_4 = 2205;$$

$$\varphi = \frac{2205}{5500} = 0{,}4$$

в) Для трактора Панар № 2 при 1000 об.:

$$\text{М авт.} = 26{,}5; \quad W = \frac{26{,}5}{3 \times 0{,}0037} = 2387;$$

$$K = \frac{2387 - 0{,}07 \times 10.500}{10.500} = 0{,}16; \quad f = \frac{2387}{10.500} = 0{,}227;$$

$$F_4 = 2387; \quad \varphi = \frac{2387}{5.500} = 0{,}43.$$

г) Для трактора Панар № 3:

$$\text{М авт.} = 32{,}78 \text{ лош.}; \qquad W = \frac{32{,}78}{2{,}8 \times 0{,}0037} = 3164;$$

$$K = \frac{3164 - 0{,}07 \times 14.750}{14.750} = 0{,}146;$$

$$f = \frac{3164}{14.750} = 0{,}21; \quad F_4 = 3164; \quad \varphi = \frac{3164}{7235} = 0{,}43.$$

д) Для трактора Лятиль № 7:

$$\text{М авт.} = 32{,}7; \quad W = \frac{32{,}70}{3 \times 0{,}0037} = 2938 \text{ килогр.}$$

$$K = \frac{2938 - 0{,}07 \times 14.900}{14.900} = 0{,}127;$$

$$f = \frac{2938}{14.900} = 0{,}2; \quad F_4 = 2938; \quad \varphi = \frac{2938}{7160} = 0{,}41.$$

е) Для трактора Шнейдер № 13:

$$\text{М авт.} = 33{,}2 \text{ лош.}; \quad W = \frac{33{,}2}{3 \times 0{,}0037} = 2988;$$

$$K = \frac{2988 - 0{,}07 \times 15.000}{15.000} = 0{,}129;$$

$$f = \frac{2988}{15.000} = 0{,}2; \quad F_4 = 3000; \quad \varphi = \frac{3000}{7500} = 0{,}40.$$

Из этих подсчетов видим, что коэффициент сцепления для возможности буксирования и в данных случаях был 0,40 — 0,43.

Причина, почему тракторы не могли поднять более 1 прицепки, заключается в том, что коэффициент сопротивления катанию сильно возрос, а именно на этой дороге $K = 0{,}13 - 0{,}16$, что вполне понятно, ибо вместо мостовой мы в данном случае имеем вязкий грунт.

Дабы об'яснить себе, почему тракторы не могли взять этих под'емов с 2 прицепками и почему они буксовали, произведем соответствующие подсчеты, например, для трактора Шнейдер № 13:

Так как $K = 0{,}13$, то $W = 0{,}13 \times 22500 + 0{,}07 \times 22.500 = 4500$ кил.; дабы преодолеть это сопротивление, сила тяги F_4 должна быть не менее 4500 кил.; значит φ должно быть не менее $\frac{4500}{7500} = 0{,}6$, а на данном грунте оно около 0,4, значит $< 0{,}6$, и тракторы должны буксовать (сила сцепления $0{,}4 \times 7500 = 3000$ кил. менее необходимой силы тяги 4500 кил.).

Посмотрим, какую мощность должен бы развить мотор, дабы преодолеть это сопротивление и втащить 2 прицепки на данные под'емы (при условии, конечно, надлежащего сцепления).

$$W = 4500 = \frac{\text{М авт.}}{3 \times 0{,}0037}; \qquad \text{М авт.} = 50 \text{ лошадей};$$

$$\text{М дейст.} = \frac{50}{0{,}6} = 83 \text{ лош.}$$

Эту мощность данный мотор трактора Шнейдер мог бы развить, если бы вместо нормальных 1000 оборотов дал число оборотов n, которое получим из формулы $0{,}00669 \times n \times 1{,}72 \times 4 = 83$ лош., откуда $n = 1800$ оборотов. Такое увеличение числа оборотов против нормального, вообще говоря, возможно на короткое время и значит трактор мог бы втащить и 2 прицепки, если бы, например, на колесах его были «чинголи», при коих коэффициент сцепления может повышаться до 0,88, как мы видели выше, на дороге с твердой корой и до 0,60 — 0,70 на грунте вязком, как это имело место при испытаниях моих в Турине трактора «Фиат».

в) Выводы о возможной величине прицепного груза

Из последнего описанного испытания видно, что рассматриваемые тракторы мало способны перевозить 2 прицепки (легкие 8.5 — 10 тонн., а тяжелые 15.5 тонн) по грунтовым дорогам с нормальными под'емами 6—7%, ибо если бы даже они справились с этой задачей при помощи одетых на колеса «чинголи», то все же постоянная форсированная работа мотора, который должен давать 1800 оборотов вместо 1000 нормальных, недопустима. Отсюда надо заключить, что на грунтовых дорогах тракторы эти могут буксировать не более 1 прицепки, с общим весом почти равным весу груженого трактора или на 10 — 15% более, но отнюдь не 2 прицепки с весом двойным против веса трактора.

Очень характерным является случай, имевший место 5 марта в Реймсе при в'езде во двор казарм на мощеный под'ем в 5%, длиной до 15 метров, покрытый слоем скользкой грязи. Ни один трактор не мог взять этого под'ема с 2 прицепками, и лишь после того как под колеса был подсыпан песок, тракторы взошли на под'ем. Посмотрим, насколько падал здесь коэффициент сцепления; возьмем трактор Шнейдер № 13:

$W = 0{,}013 \times 22.500 + 0{,}05 \times 22.500$, где $0{,}013 = K$ для мощеной дороги, а 0,05 — под'ем = 5%; $W = 1418$ килограмм, сила тяги должна быть не менее 1418, а, значит, φ минимум $= \frac{1418}{7500} = 0{,}19$.

Значит, для возможности буксирования поезда на этот под'ем без буксования коэффициент сцепления должен быть не менее 0,19, а так как происходило буксование, то, значит, коэффициент сцепления падал ниже 0,19.

Примечание: Арну (Arnoux, Perissé Automobiles à petrole стр. 10) считает, что величина может меняться в таких пределах: при сухом состоянии для мостовой — 0,67, для асфальта 0,715; для мокрого асфальта 0,81. Если же дорога покрыта липкой грязью в дождливые осенние дни, то на мостовой доходит до 0,17, а на асфальте даже до 0,062. Вообще же $\varphi < 1$, ибо измеряется *Sin* угла или его производной.

В данном случае помогла подсыпка песка потому, что потребный коэффициент сцепления 0,19 весьма мал и получить его оказалось возможным даже одной подсыпкой песка, и потребная величина коэффициента сцепления зависит от того, что коэффициент сопротивления катанию K на мостовой очень мал (0,013). Более трудно, как уже указывалось выше, устранить буксование, когда коэффициент сцепления падает до такой же или даже до меньшей величины (на-

пример, мокрая луговина, трясина, мокрая глинистая дорога), а между тем сила тяги должна быть значительной для преодоления сопротивления движению, которое может весьма сильно возрости из-за повышения коэффициента сопротивления катанию, особенно, когда колеса прицепок и даже самих тракторов врезываются в полотно дороги, образуя колеи до 50 с/м., как это было во время этого пробега, а также как наблюдалось мною при испытании тракторов в России и Италии.

г) Опыты на артиллерийском полигоне в Петербурге и в крепости Новогеоргиевск.

Так как испытания некоторых из французских тракторов на бездорожье производились довольно обстоятельно в России в мае и июне 1913 г. в крепостях Новогеоргиевске и Брест-Литовске и на артиллерийском полигоне под Петербургом, то для характеристики вопроса в этой части ниже будут использованы цифровые данные этих опытов.

Дабы обстановка опытов была более ясна, вкратце напоминается об их происхождении. После мартовских французских испытаний тракторов с 4 ведущими колесами, 2 из них были привезены на 4-ю международную автомобильную выставку, бывшую в Петербурге в апреле того же 1913 г. Во время выставки эти два трактора Шатильон-Панар и электромеханический трактор Балаховского и Кэр испытывались 16 и 18 мая на главном артиллерийском полигоне, а затем трактор Панар испытывался 29 мая — 6 июня в крепости Новогеоргиевск, а трактор Балаховского и Кэр испытывался 8—11 июня в крепости Брест-Литовск. Невольно напрашивается вопрос о том, почему же 2 трактора испытывались в разных крепостях в разное время. Ответом является то обстоятельство, что трактор Панар испытывался, как трактор для перевозки артиллерии по заданию главного управления Генерального Штаба, а трактор Балаховского и Кэр испытывался по поручению Главного Инженерного Управления, как грузовик с электро-механической передачей на 4 колеса с точки зрения возможности применения его для прожекторных станций. Таким образом, испытание это, равно как и испытания на артиллерийском полигоне, носили характер случайный и не были обставлены надлежащими техническими подробностями, например, тракторы не имели ни поясов Бонадженте, ни башмаков, ни вспомогательных ободов с лопатками, а трактор Балаховского и Кэр не имел даже цепей, т.-е. не имел даже тех приспособлений, кои имелись на французских испытаниях, хотя дороги в России заведомо хуже французских. Это техническое легкомыслие предста-

вителей фирм можно об'яснить, вероятно, только их надеждой сразу же поразить воображение русских военных властей новизной своих конструкций и получить заказы на эти новые образцы; отчасти они были правы, ибо, как известно, трактор Балаховского и Кэр получил на выставке высшую награду без всяких испытаний, а лишь «за рациональное применение идеи электро-механической передачи», что на опытах не вполне подтвердилось. Не останавливаюсь подробно в данном месте на тракторе Балаховского и Кэр, ибо вопрос о нем, как о тракторе с 4 ведущими колесами, усложняется электро-механической передачей, отличной от передачи механической весьма значительно.

Перейдем теперь к результатам испытания Панара на артиллерийском полигоне и в Новогеоргиевске, в части, касающейся вопроса о сцеплении, ибо, несмотря на случайный характер испытаний, некоторые результаты весьма поучительны и наглядны.

Артиллерийский полигон, на котором производились испытания трактора Панар, представляет собой мокрый луг, имеющий торфяную кору. Трактор без прицепок двигался по нему совершенно свободно, буксировать же мог только одно прицепное орудие весом до 300 пудов, т.-е. до 5 тонн, и то с большим трудом, будучи снабжен цепями. Произошло это от чрезвычайного увеличения сопротивления движению, так как колеса, как трактора, так и орудий, врезывались в грунт, образуя глубокие колеи, дающие сопротивление движению. Надетые на колеса цепи могли способствовать только увеличению сцепления, но не мешали колесам врезываться в грунт. Единственным средством, которое не позволило бы колесам врезаться в грунт и увеличивало бы сцепление, были бы в данном случае колесные пояса (Бонадженте, «чинголи»), но их не было ни у трактора Панар, ни у орудий.

Дабы зафиксировать этот опыт цифрами, подсчитаем величину коэффициента сопротивления движению и необходимой величины сцепления для возможности движения без буксования.

Наибольшая сила тяги, которую Панар № 3 может развить при скорости движения 2,75 кил. (в час) $F = \frac{\text{М действ} \times 75}{V} =$

$$= \frac{44 \times 75 \times 3{,}6}{2{,}75} = 4000 \text{ килограмм.}$$

Так как трактор вез груз с полным напряжением, то значит, F целиком ушло на преодоление сопротивления движению W, величину которой вычислим, приняв коэффициент отдачи трактор 65%.

$W = 4000 \times 0{,}65 = 2600 = K\,12.000$, где 12.000 вес поезда (трак-

тор и пушка), $K = \frac{2600}{12.000} = 0,22$; $\varphi = \frac{2600}{6500} = 0,46$, где 6500 вес трактора, с небольшим грузом (прислуга орудия). Значит, наличие цепей повысило сцепление до 0,46, что могло случиться, так как колеса шли собственно не по мокрой траве, а они сначала на ней пробуксовывали, затем цепями взрывали мокрый дерн и далее шли по колее торфяной коры. Вся эта работа, проделываемая колесами, выражается весьма повышенным коэффициентом трения катания $K = 0,22$.

Перейдем теперь к Новогеоргиевским опытам, из коих наиболее поучительными надо считать опыты движения по песку и втягивание лебедкой пушки, застрявшей в песке. На сыпучем песке трактору пришлось везти один раз 6 дм. пушку в 190 пудов с передком, что составляло 5440 килограмм прицепного веса, а другой раз одну 6 дм. и одну 42 лин. пушки с их передками, что составляло 8640 килогр. прицепного груза. В обоих случаях трактор не смог буксировать этих грузов ходом, а должен был прибегнуть к лебедке, буксируя посредством ее со скоростью 14 арш. в 1 минуту или 0,166 метров скн, или $0,166 \times 3,6 = 0,6$ кил./час. Так как песчаные участки были длиной до 135 саж., то трактор должен был передвигать груз этапами, т.-е. зайти вперед, выпустить канат лебедки и подтягивать прицепной груз лебедкой, причем мотор развивал до 44 лошадей.

Вычислим φ при этих условиях. Принимая $f = 0,35$, получим $W_1 = 0,35 \times 11.940 = 3882$ кил. и $W_2 = 0,35 \times 15.140 = 5300$, следовательно $\varphi_1 = \frac{3882}{6500} = 0,592$ и $\varphi_2 = \frac{5300}{6500} = 0,82$.

Так как оба раза грузы при разном весе их буксировались с одной и той же скоростью, то значит условия грунта были разные и действительно, при буксировании одной пушки 31 мая песок был таков, что колеи образовались глубиной в 12 врш. = 53 см., а во время буксирования 2 пушек 5 июня—колеи были глубиной до 35 см., следовательно, принятый теоретически коэффициент сцепления — 0,35 на самом деле надо считать теоретически средним, а не действительным. Коэффициент сцепления должен бы быть для 1 пушки = 0,59, а при двух 0,82 и так как такой величины он достичь не мог, то колеса буксовали и сцепление трактора с грунтом было достигнуто тем, что трактор не буксировал пушек ходом, а был закреплен на месте и буксировал лебедкой.

Второе поучительное испытание было произведено 5-го же июня на лесной песчаной дороге, покрытой песчаным дерном (фот. № 18). Трактор должен был буксировать те же 2 пушки с их передками, чего он не мог сделать, пока под его колеса не были положены доски,

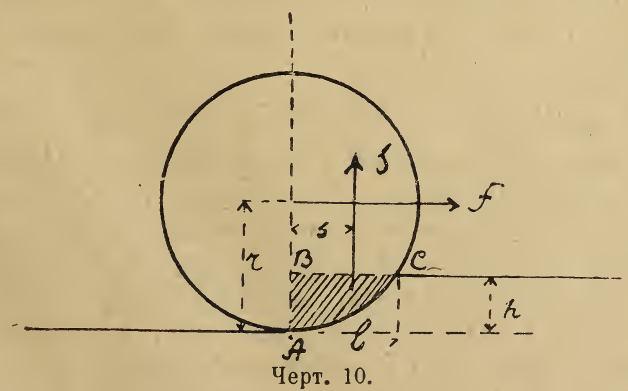
а на колеса были одеты цепи. На трактор была посажена в это время прислуга в числе 12 человек, так что его вес с прицепным грузом был всего 15.140 килогр., а без прицепки 6500 килограмм.



Фот. 18.

Трактор двигался со скоростью 0,55 метра|скнд. или 2,00 кл./час, имея $Z = \frac{44 \times 75 \times 3{,}7}{2} = 5700$ килогр.; при этом глубина колей 26 см.; принимая коэффициент отдачи $= 0{,}65$, получим, что $F_4 = Z_w = 5700 \times 0{,}65 = 3700$ кл.; $\varphi = \frac{3700}{6500} = 0{,}56$.

Такая величина сцепления могла быть достигнута только после того, как под колеса трактора, снабженные цепями, были подложены доски. Эти доски, кроме того, что увеличили сцепление, еще помогли и в том отношении, что благодаря им уменьшились колеи в песке,



Черт. 10.

а значит и сопротивление передвижению; таким образом коэффициент $= 0{,}24$ в данном случае является средним между некоторой

величиной, меньшей 0,24 и являющейся коэффициентом трения катания резиновых шин с цепями по доскам и некоторой величиной большей 0,24 — коэффициентом трения катания колес пушек по песку.

Дабы установить более наглядно влияние образующихся при движении по песку колей на сопротивление движению, установим зависимость силы тяги от глубины колей (см. чер. 10).

Предположим, что F — сила тяги, прилож. к осям машины и преодолевающая сопротивление от трения катания колес; P — вес передвигаемого поезда; S — сила, противодействующая вдавливанию каждого колеса, пропорциональная величине вытесняемого об'ема и приложена в центре тяжести этого об'ема; h — глубина колеи; r — радиус колес.

В любой момент движения должно быть соблюдено равенство: $F \times r = n \times S \times s$. Так как колея сзади колеса выдавливается раньше рассматриваемого момента, то площадь поперечного сечения вытесняемого об'ема выражается полусегментом ABC, высотой h и длиной l. Считая его за параболический отрезок, получим, по свойствам параболы, что $S = \frac{3}{8} l$; $h = \frac{l^2}{2r}$, отсюда $l^2 = h \times 2r$; далее $F = \frac{n.S.s}{r}$ заменяя nS, т.-е. сумму сил, противодействующих вдавливанию колес, равным ей полным весом поезда P, получим:

$$F = \frac{P \,.\, s}{r} = \frac{P}{r} \times \frac{3}{8}\, l = \frac{3}{8}\frac{P}{r} \sqrt{2rh} = \frac{3}{8} P \sqrt{\frac{2rh}{r^2}};\ F = \frac{3}{8} P \sqrt{\frac{2h}{r}}$$

Отсюда видим, что величина силы тяги прямо пропорциональна корню квадратному из глубины колеи и обратно пропорциональна корню квадратному из радиуса колес. Таким образом для работы на дорогах, где образуются глубокие колеи, диаметр колес прицепок должен быть возможно более, равно как и диаметр колес трактора. Дабы исчерпать вопрос о колеях, приведем еще формулу Герстнера

$F = K \sqrt[3]{\frac{P^4}{br^2}}$, где K — коэффициент сопротивления передвижению колес по пути, а b — ширина ободьев колес, т.-е. ширина колеи. Значит, сопротивление передвижению, а, значит, и потребная сила тяги уменьшается при увеличении ширины ободьев колес и притом пропорционально корню кубичному из этой ширины. Конечно, это справедливо главным образом тогда, когда есть колеи, т.-е. когда есть h и l, т.-е. когда выдавливаемый об'ем имеет измеряемые размеры. Что касается движения по хорошей дороге с твердой корой, то согласно опытов Морена, как известно, сопротивление движению почти не зависит от ширины обода. Проверим, поскольку вышеприведенные формулы приложимы к описанному движению трактора Панар по

песку с прицепным грузом. Для этого определим величину силы тяги F в зависимости от глубины и ширины колей, образуемых в песке при движении трактора, т.-е. в зависимости от h и b. В описанном испытании $h = 26$ с/м. и $b = 24$ с/м.; $r = 50$ с/м.; $F = \frac{3}{8} \times 15140 \times \sqrt{\frac{2 \times 26}{50}}$; $F = 5740$ кил. Такая сила тяги потребовала бы коэффициента сцепления $\varphi = \frac{5740}{6500} = 0{,}9$, чего достичь было невозможно и действительно в этих колеях колеса буксовали, в парализование чего и были подложены доски. Далее $F = 0{,}20 \sqrt[3]{\frac{15140^4}{24 \times 50^2}}$, где 0,20 есть коэффициент трения по доскам колес с цепями, $F = 3700$; $\varphi = \frac{3700}{6500} = 0{,}56$. И раньше вычисления дали $\varphi = 0{,}56$, т.-е. видим, что эти формулы применимы для определения силы тяги трактора на песке по размерам колеи.

Теперь подсчитаем, какой ширины и какой глубины допустимы колеи, для того, чтобы трактор Панар мог везти по сыпучему песку, а не по доскам, вышеуказанные две пушки 6″ и 42 лин. Считая, что коэффициент сцепления с песком резиновых ободов, снабженных цепями $\varphi = 0{,}3$, получим, что сила тяги должна быть не более $6500 \times 0{,}3 = 1950$ килогр.

Считая коэффициент сопротивления катанию на сыпучем песке $K = 0{,}35$, вычислим вес поезда, который трактор Панар № 3 мог бы буксировать. $W = 1950 = 0{,}35 \times P$; $P = \frac{1950}{0{,}35} = 5570$ кил., что меньше веса самого трактора, т.-е. по сыпучему песку данный трактор не может двигаться вследствие большого сопротивления и малого сцепления. Дабы он мог двигаться сам и везти груз, необходимо снабдить его «чинголи», т.-е. активным колесным поясом, а прицепки поясами Бонадженте. Посмотрим, какие получатся результаты при этих условиях. Считая, что на 4 колеса трактора и прицепок одеты пояса Бонадженте, ширина элементов которого = 35 см., определим вес поезда, считая, что коэффициент сцепления $\varphi = 0{,}3$; $F = 6500 \times 0{,}3 = 1950$ — сила тяги; $K = 0{,}25$ (при «чинголи»); $1950 = 0{,}25 \times \sqrt[3]{\frac{P^4}{35 \times 50^2}}$; $P^4 = 474552000000 \times 35 \times 2500$; $P = 14.300$ килограм.

Значит, при этих условиях трактор, вероятно, мог бы везти эти 2 пушки, ибо вес их с прицепками и с весом трактора 15.170 кил.,

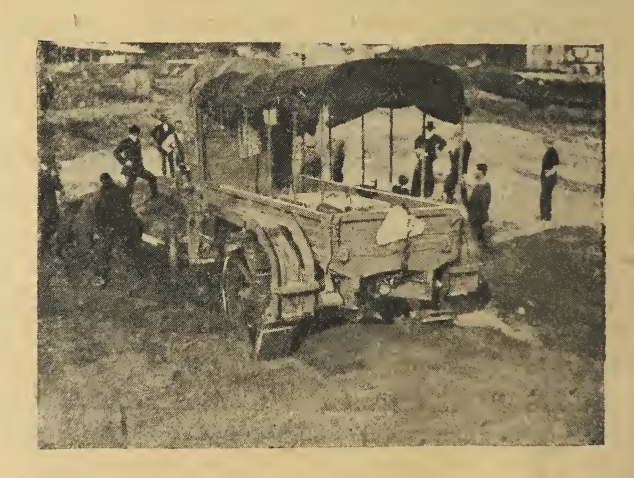
что немногим больше 14.300 кил. К сожалению, таких опытов с трактором Панар № 4 в Новогеоргиевске, да повидимому и нигде, не производилось.

Глубина колей, которая была бы допустима для возможности движения трактора, будет h, которая определится из формулы: $1950 = \frac{3}{8} \times 14300 \sqrt{\frac{2h}{50}}$; $h = 3{,}25$ с|м., что, конечно, возможно только



Фот. 19.

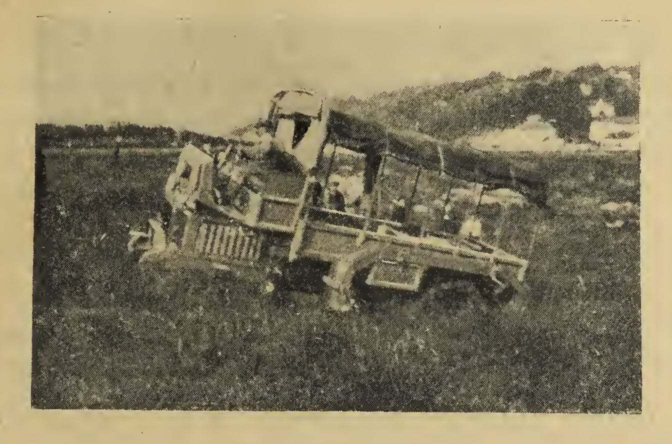
при условии, что на все колеса как трактора, так и прицепок одеты пояса Бонадженте. Но представляется возможным проверить вычислениями испытания, произведенные мною в Турине с трактором «Фиат», на задние колеса коего, диаметром 1200 м|м., были одеты



Фот. 20.

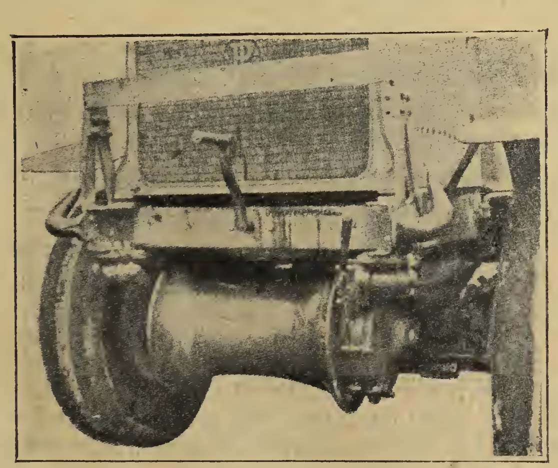
«чинголи» (фотогр. 19, 20, 21). Трактор шел задним ходом по сыпучему песку совершенно свободно, так как ничто не портило до-

роги для колес, снабженных «чинголи». Передним же ходом он также шел, но после подкладывания под передние колеса досок, без чего они врезались в песок по ступицу (на 45—50 с|м.). Определим силу тяги F_2 по формуле $F_2 = 0{,}25 \sqrt[3]{\frac{13000^4}{35 \times 60^2}}$, где 0,25 коэффициент



Фот. 21.

сопротивления катанию «чинголи» по песку, 13000—вес трактора, 35—ширина элементов «чинголи», 60—радиус задних колес. Произведя вычисления, получаем $Z_w = F_2 = 3250$ кил., т.-е. для передви-



Лебедка Панара № 4.

Фот. 22.

жения самого трактора была достаточна тяга всего лишь в 3250 кил. и коэффициент сцепления φ мог быть не более $\varphi = \frac{3300}{7200} = 0{,}46$, что

вполне доступно для «чинголи» на песке, как и показал опыт, ибо трактор передвигался задним ходом свободно.

Определим, какое же давление получается при этом на 1 кв. с|м. песка. Как выше указывалось, колесо трактора «Фиат» опирается на грунт при движении одновременно 2 элементами общей площадью 35 с|м. $\times$ 50 с|м. $\times 2 = 3500$ кв. с. Нагрузка груженого трактора «Фиат» на каждое заднее колесо $= \frac{7200}{2} = 3600$ кил.

Значит, при одетых «чинголи» на 1 кв. с м. полотна приходится $3600 : 3500 =$ около 1 килогр., т.-е. в 2 — 3 раза больше, чем давление ноги человека, и не больше давления, допускаемого на 1 кв. с. песчаного основания под фундамент. Глубина колеи при этом определится из формулы $1540 = \frac{3}{8} \times 13000 \sqrt{\frac{2h}{60}}$, где все величины уже известны из прежних подсчетов; тогда $h = 3,7$ с/м., что, конечно, возможно только при надетых «чинголи» или поясах Бонадженте; ибо, как показывают Новогеоргиевские опыты, колеса трактора Панар № 3, из коих на каждое приходилось от веса поезда $\frac{15.140}{4} =$ $= 3785$ килогр., проваливались в песок на глубину 26 — 50 с/м.

Дабы использовать Новогеоргиевские опыты, остается еще рассмотреть доставку орудий трактором Панар № 3 на валганг по аппарели в $^1/_6$, что соответствует почти $16,5^0/_0$. Оказалось, что трактор втаскивал ходом на 1-й передаче 42-линейное орудие с передком, общим весом 204 пуда, или 3,6 тонны, что составляло общий вес поезда (трактор и прицепной груз) 8,9 тонны. Орудие же 6″ в 190 пуд. с передком и без передка ввезти не мог, а доставил только с помощью лебедки.

Произведем подсчеты, дабы получить коэффициент сцепления, который требовался для доставки того и другого грузов.

Берем формулу, устанавливающую зависимость между величиной под‘ема, сцепным весом и весом поезда в тоннах, а именно $P_1 \varphi =$ $= P \frac{s}{\alpha} + Pk$, где P_1 — сцепной вес, φ — коэффициент сцепления, P — вес поезда, s — под‘ем в процентах, α — длина под‘ема $= 100$ метров, k — коэффициент сопротивления катанию, который в данном случае возьмем $= 0,12$, ибо старую аппарель, поросшую слегка травой, можно приравнять грунтовой дороге, для которой принимается $= 0,12$.

$5.600\ \varphi = 8900 \times \frac{16}{100} + 8900 \times 0,12$, откуда $\varphi = 0,445$, значит, коэффициент сцепления колес трактора Панар, снабженных цепями, достигал в данном случае 0,445. Сила тяги $F = 5600 \times 0,445 =$

$= 2465$ килогр. Мотор должен был развить n оборотов; $n = \frac{2465 \times 2,8 \times 0,0037}{0,00669 \times 6,6 \times 0,6} = 970$ оборотов, где 2,8 скорость на 1 передаче, а остальные величины известны; f — коэффициент сопротивления движению (катание и под'ем) $= \frac{2465}{8900} = 0,28$. Значит, трактор не использовал нормальной мощности. Так как коэффициент сопротивления движению 42-линейной пушки был тот же или почти тот же, то вычислим, какую силу тяги должен был развить мотор, дабы втащить 42-линейное орудие на тот же валганг. $F = 0,28 \times 11.100 = 3108$ кил. Для возможности втаскивания без буксования φ должно быть равно $\frac{3108}{5600} = 0,55$, до какой величины φ очевидно не могло в данных случаях подняться, ибо, как сказано выше, колеса с цепями буксовали.

Надо думать, что при одетых на колеса поясах Бонадженте, а тем более «чинголи», трактор смог бы ввезти 42-линейную пушку, ибо для этого ему пришлось бы развить n число оборотов:

$$n = \frac{3108 \times 2,8 \times 0,0037}{0,00669 \times 6,6 \times 0,6} = 1218,$$

это вполне допустимо; что же касается сцепления, то колесные пояса могли бы дать это сцепление.

6. Различные данные, характеризующие тракторы с 4 ведущими колесами.

Для того, чтобы исследование описываемых тракторов было возможно полнее, полезно привести еще некоторые данные, характеризующие, во-первых, экономическую сторону их работы, т.-е. расход горючего, во-вторых, некоторые особенности их, связанные с управляемостью задних колес, а именно их поворотливость и, в-третьих, способность их буксировать прицепные грузы под гору, в-четвертых, крайне существенную добавочную конструкцию, а именно лебедки и т. п. приборы, восполняющие, как видно, тяговые средства тракторов.

Кроме того, не безинтересно охарактеризовать прицепки, а также и те принадлежности, как-то: цепи, башмаки, лопастные ободья, мостики и т. п., кои, не являясь составными частями конструкции и не восполняя ее в такой мере, как колесные пояса, вообще, и особенно «чинголи», в то же время, будучи надлежащим образом использованы, значительно увеличивают способность тракторов справляться с бездорожьем. Необходимость этих аксессуаров, а особенно колесных поясов и «чинголи», особенно ясна для разнообразных русских

дорог и вытекает из того положения, что не существует еще на рынке таких тракторов, кои самой своей конструкцией обусловливали бы полную пригодность их ко всяким дорогам, особенно русским, давая в то же время требуемую скорость.

а) Расход горючего.

Переходя к расходу горючего и сравнивая расход его на 1 километр — 1 тонну перевезенного груза с таковым же расходом на 1 километр-тонну обыкновенных грузовиков, эксплоатируемых как за границей, так и в России, можно принять, что на шоссе среднего качества при расстоянии перевозки, измеряемой сотнями километров, расход горючего (бензина, удельн. веса 0,720 — 0,740) выражается в среднем на 1 километр—тонну перевозимого полезного груза (т.-е. без веса самих грузовиков и тракторов с их прицепками):

а) для обыкновенных грузовиков — 0,22 литра или 0,38 фунта;

б) для легких тракторов с 4 ведущими колесами — 0,14 литра или 0,245 фунта;

в) для тяжелых тракторов с 4 ведущими колесами — 0,11 литра или 0,19 фунта.

Таким образом, расход горючего на 1 километр-тонну полезного груза для легких тракторов с 4 ведущими колесами почти в полтора раза меньше, а для тяжелых вдвое меньше, чем для обыкновенных грузовиков, несмотря на то, что при работе тракторов приходится везти прицепки, вес коих увеличивает мертвый вес поезда.

Вышеприведенный расчет расхода горючего сделан на основании цифр, помещенных для обыкновенных грузовиков в отчете о русском грузовом пробеге в 1911 году, а для тракторов по данным французского конкурса 1914 года. Хотя условия работы несколько различны между собой в смысле сортов горючего, но это обстоятельство принято в расчет в смысле учета удельных весов русского и французского бензина. Что же касается главных условий работы, а именно полотна дороги, то таковое было почти одинаково, как мне лично пришлось убедиться, сравнивая на месте участки шоссе русского и французских конкурсов, на коих производились поверки расхода горючего: как в России, так и во Франции это происходило на гористой местности с длинными под'емами и спусками (Петроград—Москва и Мезиер—Ирсон) по шоссе среднего качества.

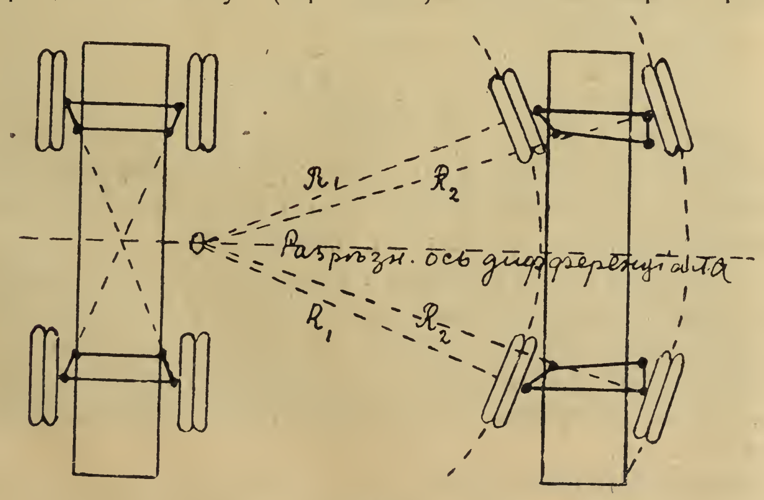
б) Поворотливость.

Для характеристики поворотливости тракторов приведем сравнительную таблицу диаметров окружностей, кои описываются трак-

торами с 4 ведущими и управляемыми колесами и обыкновенными грузовиками с 2 ведущими задними и 2 управляемыми передними колесами.

	Средние диаметры окружностей в метрах, описываемые:		
	Тракторами.		Обыкновенным 3-х тонным грузовиком без прицепок.
	Без прицепок.	При длине поезда 15 мтр.	
По внутренней колее. .	7,5— 9	11—12,5	13—14,5
По наружной » . .	10,5—12	14—15,5	14—15,5
По габариту	12,5—14	16—17,5	15,5—17

Большая поворотливость тракторов с 4 ведущими колесами или их способность описать окружность меньшего диаметра по сравнению с обыкновенными грузовиками является свойством, сопутствующим тому их главному отличительному свойству, в силу коего все их колеса ведущие. Появилось это добавочное свойство—управляемость задних колес, напр., у Панара таким образом: в силу подробностей устройства передач на все 4 колеса, передние и задние колеса каждой стороны оказываются связанными между собой и одно без другого вращаться не могут (черт. № 11). Если бы поворот трактора



Черт. 11.

осуществлялся только поворотом передних колес, а задние не поворачивались одновременно и одинаково с передними, то тогда на поворотах им пришлось бы итти по дугам окружностей разных

диаметров. Проходя, таким образом, пути разной длины и будучи обязаны, как указано выше, вращаться одно механически связанно с другим, либо переднее, либо заднее колесо должно было бы подскальзывать и притом то, у коего сцепление с полотном дороги оказалось меньше. Это подскальзывание делало бы поворот более тяжелым и, кроме того, вызывало бы непроизводительный износ шин. Во избежание этих невязок задней оси дается такое же устройство, как передней: от руля идут тяги, как к передним, так и к задним колесам, коим дается такой поворот, при котором продолжения осей вращения всех колес пересекаются в одной точке на линии, составляющей продолжение разрезной оси дифференциала. Эта точка и составляет центр тех окружностей, которые описываются внутренними и наружными колесами; диаметры их приведены выше в таблице.

Лучшая управляемость тракторов с 4 ведущими колесами полезна не только в смысле облегчения постройки дорог для них, позволяя делать более крутые повороты, но также способствует прохождению тракторов по узким дорогам с крутыми поворотами, а особенно изворотливости трактора на плохих дорогах, где ему приходится очень чутко менять направления, руководствуясь все время деталями состояния полотна дороги; лучшая поворотливость при этом меньше «выматывает» руки шофферам, которым при обыкновенных грузовиках приходится на плохих дорогах особенно тяжело при управлении непоротливыми машинами.

Тормоза.

Испытание тормозов производилось на уклонах в 8% на дороге с твердой корой и на дороге с уклоном 11% со всякой поверхностью, причем поезда, спускаясь со скоростью 6 километров, должны были тормозить одним тормозом на передающий механизм (ножным), другим на колеса (ручным) и тремя тормозами на прицепках. Кроме того, тормоза испытывались на под'еме в 22% с очень плотным, но неровным грунтом, причем тракторы должны были, идя без прицепок, подниматься на под'ем и среди него останавливаться и держаться или сошниками, или на одном тормозе (ручном или ножном) или на 2-х.

Опыт показал следующее:

1) тормоза на передачу (дифференциальные) почти достаточны, но для торможения 25,5 тонн все же слабы; 2) тормоза колесные недостаточны и из них наилучшие по системе Лемуяна, основанные на принципе сматывания; общеупотребительные колесные тормоза,

состоящие из раздвигающихся сегментов для таких тяжелых поездов и тракторов мало пригодны, ибо венчики внутреннего тормоза оказывались покрытыми маслом или густой смазкой, которая мешала достаточному зажиманию; 3) остановка одними сошниками при маломальски твердом полотне дороги весьма затруднительна. При опытах выяснилось, что торможение тяжелого поезда, идущего под уклон, должно быть очень мягким и прогрессивным; резкое торможение ведет к тому, что прицепки, набегая на трактор, становятся поперек дороги, ломая сцепные приспособления. Потому представляется необходимым при тяжелых поездах устраивать торможение, начиная с хвоста поезда, а не с головы; но таких тормозов не было ни в 1914 г., ни, сколько известно, в 1916 году.

a) Буксирные приборы и приборы для подтягивания.

Переходя к вопросу о буксировании прицепного груза помощью лебедок, воротов и т. п., входящих в состав конструкции тракторов, необходимо прежде всего установить, что эти приспособления являются столь же необходимыми и столь же восполняют конструкцию трактора с 4 ведущими колесами, как колесные пояса, и в то же время эти приспособления более изучены и польза их твердо установлена. Работают они от мотора трактора, включаясь помощью особой рукоятки. По конструкции они делятся на лебедки

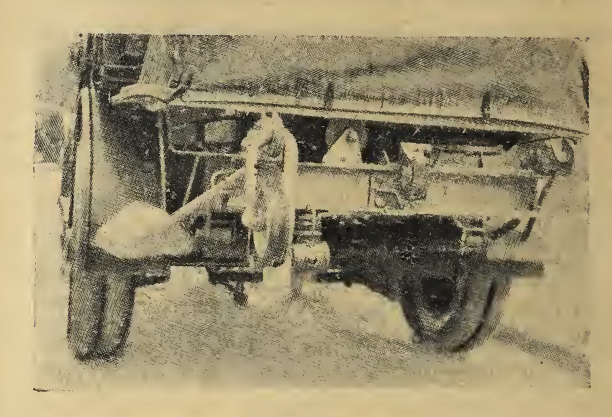
(см. фот. 22 и 23).



Фот. № 23.

(Панар № 4), расположенные спереди между передними колесами, и ворота (кабестаны), причем у некоторых тракторов эти ворота расположены спереди (Панар № 3, Рено № 3), у других сзади (Панар № 1 и № 2, Рено № 11 и № 12. Лятиль № 7, Лятиль № 8, Лятиль № 9, Шнейдер № 13 и № 14). (см. фот. 24, 25 и 26).

Как видно, одна и та же фирма ставила их по разному, с целью испытать тот или иной образец. При этом, если трактор имеет ворот или лебедку спереди, то сзади должны быть блоки, дабы можно было подтягивать прицепные грузы, стоящие как спереди, так и сзади трактора, и наоборот — при расположении



Ворот Шнейдера.

Фот. 24.

ворота или лебедки сзади, спереди должны быть блоки. При втягивании этими приспособлениями прицепных грузов выяснилось, что наилучшим из них в смысле надежности действия и простоты обращения оказалась лебедка Панар № 4, у которой освобождающийся конец тросса сматывается автоматически и требуется при этом

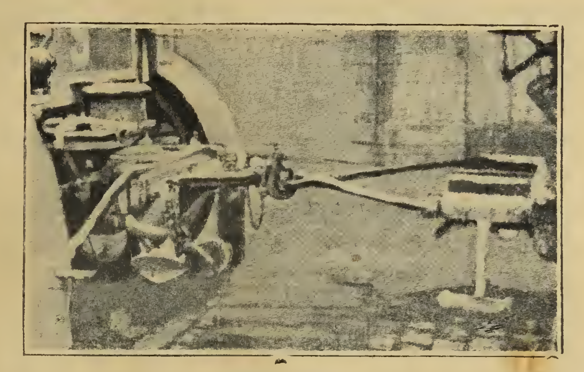


Ворот Шнейдера.

Фот. 25.

помощь одного человека (фот. 23) в то время как, например, у Рено № 11 и № 12, ворот требует помощи 8 человек, кои должны регулировать наматывание и сматывание каната на ворот. Для возможности действия трактора посредством ворота или лебедки надо, чтобы трактор

укреплялся на месте каким-либо приспособлением, а именно: клиньями под колеса, сошниками, якорем, заброшенным вперед. Якорь может служить и для подтягивания к нему самого трактора, когда ему приходится выбираться из каких-нибудь глубоких колей или ям посредством своего ворота или лебедки, или подниматься на



Фот. 26.

откос, которого он не может преодолеть и, вообще, всегда тогда, когда из-за недостатка сцепления колеса буксуют, даже снабженные цепями или поясами или же когда тяговое усилие данной мощности мотора недостаточно из-за слишком большой скорости при 1-ой передаче. Когда недостаточно сцепление, то трактор закрепляют на месте, причем закрепление заменяет сцепление, а когда недостаточно тяговое усилие, то скорость при 1-ой передаче заменяется скоростью линейного движения каната, ворота или лебедки. А так как таковая скорость около 1-го километра вместо 2, 4—3 километров на 1-ой передаче, то и тяговое усилие при пользовании лебедкой в 2, 4 — 3 раза больше, нежели при движении на 1-ой передаче, ибо тяговое усилие обратно пропорционально скорости движения, как это видно из формулы $Z = \frac{M \times 75\,a}{v}$ Дабы уменьшить число случаев пользования лебедкой, «Фиат» уменьшил скорость на 1-ой передаче до 1,4 километров и, как показали вышеприведенные расчеты, это дает возможность его трактору полностью использовать и мощность двигателя, и силу сцепления при одетых чинголи.

Другие фирмы, не учитывая возможности повысить сцепление столь значительно, как это достигается при «чинголи», не имели нужды понижать скорость на 1-ой передаче ниже 2,4, но зато им чаще приходится прибегать к помощи лебедок, что видно из различных эпизодов во время конкурса 1914 г., когда те тракторы которые оказались не в состоянии втаскивать на под'емы прицепки

ходом, должны были пользоваться лебедками; как например: 9 марта, у Бомон на под‘ем в 9%, хотя и с сухой почвой, но изрытой канавами, все тракторы втаскивали прицепки лебедками и воротами; 11 марта у Вердена трактор Панар № 4, завязший на мокром лугу, смог выбраться только при помощи лебедки; 20 марта на под‘ем в 7% у Ромэнвиль вследствие грязной дороги многим пришлось втаскивать прицепки воротами. При опытах в Новогеоргиевске трактор Панар неоднократно должен был вылезать из песка посредством лебедки, и только при ее помощи он мог протягивать через песок свой прицепной груз — орудия; точно также и при втаскивании орудий на валганг он не смог втащить 6″ пушки в 190 пудов с передком по аппарели в 1/6 ходом, а сделал это только при помощи лебедки. В общем можно констатировать, что при разумном пользовании колесными поясами и лебедками тракторы с 4 ведущими колесами могут решать все самые трудные задачи по перевозке грузов в самых тяжелых условиях. Разумность должна состоять в том, чтобы ясно себе представить, во-первых, предел способности трактора везти груз на своих резиновых или металлических ободах, затем установить момент перехода на пояса и предел способности везти груз при надетых поясах и, наконец, момент перехода на работу лебедкой. При этом определенно можно установить следующее: если трактор может везти груз данного веса по дороге с твердой корой, то такой груз он провезет всюду, пользуясь своим воротом или лебедкой, буксируя груз целиком или по частям; для этого необходимо только, чтобы сам трактор мог проходить данный участок пути самостоятельно или при помощи своей лебедки или ворота. В справедливости этого положения убеждают все опыты и служба этих тракторов в прошлую войну. В данном месте еще раз уместно подчеркнуть, что трактор гусеничный, справляющийся без колесных поясов и без лебедок со всеми задачами, где трактору с 4 ведущими колесами нужны колесные пояса и лебедки, все же не может пока вполне заменить тракторов с 4 ведущими колесами автомобильного типа, ибо эти последние, обладая скоростью в 3—10 раз большей, решают вполне надежно массу задач, как боевых, так и тыловых, сохраняя время при их выполнении. Хотя, правда, на одевание и снимание колесных поясов и на пристройство при пользовании лебедкой тратится время, но зато перевес в скорости движения на легких участках дороги искупает вышеотмеченные потери времени. Конечно, имеется много случаев особенно в условиях бездорожья, когда тракторы гусеничные проще решают всю сумму задач данного места, тогда, конечно, им и надо поручить эту работу, но вообще много как боевых, так и тыловых перевозок средняго веса грузов

можно рационально осуществлять тракторами с 4 ведущими колесами, снабженными колесными поясами и лебедками и даже тракторами с 2 ведущими колесами типа 20В Фиат с «чинголи», описанного выше. В этом отношении существует большая аналогия между тракторами этих двух типов — гусеничным и с 4 ведущими колесами, и между танками и бронированными автомобилями. Казалось бы, проще пользоваться только танками, которые идут всюду, где ходит человек и где даже и он ходить не может, а между тем танки одни не решают всех боевых задач, которые не всегда требуют только абсолютной проходимости, а иногда и быстроты передвижения и связанной с этим меньшей уязвимости; точно также и перевозки иногда, и даже очень часто, выигрывают при применении сравнительно более быстроходных тракторов с 4 ведущими колесами (или с 2-мя, но с «чинголи») автомобильного типа, нежели тихоходы с гусеницей. С этой точки зрения гусеничный трактор является пока олицетворением медленной, но спокойной уравновешенной работы, требующей на себя достаточного запаса времени. Тракторы же автомобильного типа являются представителями подвижности, стремления вперед, хотя бы ценой напряженной работы и частичных неудач, с выигрышем в конечном результате времени.

б) Средние скорости.

Для того, чтобы показать, что выигрыш времени при всех неблагоприятных обстоятельствах на стороне тракторов автомобильного типа, конечно, необходимы опыты совместного решения одних и тех же задач теми и другими тракторами в одних и тех же условиях. Насколько известно, таких параллельных опытов еще не производилось, но все же и французский конкурс 1914 г. и другие испытания дают материалы, подтверждающие цифрами высказанное выше положение о том, что тракторы автомобильного типа дают экономию во времени не только на дорогах с твердой корой, где они могут использовать полностью свою скорость, но и на бездорожье и плохих дорогах. Ниже приводятся цифровые величины, подтверждающие это, как во время конкурса 1914 г. во Франции, так и во время Новогеоргиевских испытаний. (См. табл. I и II).

III. Гусеничный трактор Хольт может давать скорость нормально 3,5 километра и как максимум до 10 километров.

Рассмотрение 1 таблицы дневника показывает, что при движении в колонне, на плохих грунтовых грязных дорогах средняя скорость движения тракторов с прицепным грузом есть 9,1—5,8 километра (час), т.-е. примерно 50% от их скорости на прямой передаче. Это обстоятельство лишний раз подтверждает, что наибольшая

средняя скорость движения автомашины на большом пробеге по о-дрогам разного качества, считая все необходимые остановки, задержки и т. п., равняется, примерно, половине той наибольшей скорости, которую автомашина может развить на коротком расстоянии на хорошем шоссе в условиях обыкновенной (не гоночной) езды.

Тот же практический расчет применим и к существующим на рынке гусеничным тракторам, для коих наибольшая средняя скорость

Таблица I.

Дневник пробегов во время конкурса тракторов с 4 ведущими колесами с прицепным грузом во Франции в 1914 году.

Дата марта.	Маршрут.	Расстояние в килм.	Отбытие от—до	Прибытие от—до	Время в пути часов.	Скорость передвижения в килм.	Качество дороги.	Под'емы в %
5	Реймс—Шалон	60	8; 9—40	14—30; 16	$6^1/_2$	9,2	грязная размытая.	ровн.
6	Шалон—Барледюк	70	7--30;9--10	15—30;10—30	8—25	8,7—2,8	грязн. мергельная	7%
8	Барледюк—Туль	70	12; 14—40	19—30;23—40	$9—19^1/_2$	7,7—3,6	грязн. мергельная	9%
10	Тиокур—Верден	65	10—50; 23	19; 6—30	$7,^1/_2—9$	8,6—7,2	мокр. хор. а часть грязн.	тяж. подъемы.
12	Верден—Брие	44	9; 10—40	14—15;15—15	$4^1/_2—5^1/_4$	10—8,4	хорош. мокр.	ровн.
13	Брие—Монтмеди	64	9; 10-40	15—30;18-30	$6^1/_2—7^3/_4$	10—8,5	вязкая	7%.
14	Монтмеди—Мезиер	70	9; 10—40	16; 18	$7—7^1/_1$	10 -9,6	вязкая	один $13^1\ _2$
16	Мезиер—Ирсон	55	6—50; 8	12—45;17-45	$6—9^3/_4$	9,1—5,6	тверд. грязн.	5% 7%
17	Ирсон—Сенкэнтен	70	7; 7—45	14—30;18—30	$7^1/_2—10^3/_4$	9,3—6,5	почти сухая	тяж. подъемы.
19	Сенкэнтен—Компиен	60	7; 8	13—45;18- 30	$6^3/_4—10^1/_2$	9—5,75	тверд. средн. кач.	6%
20	Компиен—Венсен	75	6: 6—30	13—45;16—15	$7^3/_4—9^3/_4$	10—7,6	тоже	7%
Итого		7 3 около 700			77 121	9,1—5,8 ср. 7,75	бол. част. грязн. грунт. д.	6% 9%

Таблица II.

Таблица перевозок в Новогеоргиевске трактором Панар № 4 в мае и июне 1913 года.

№№ по порядку.	Наименование груза.	Их число.	Веса (клгр). Одного.	Веса (клгр). Всех.	Скорость передвиж. килом. час. Средняя.	Скорость передвиж. килом. час. Наибольш.	Качество дороги.	Примечание.
1	Пушка 6″ 1904 г.	2	5.000	10.000	8	10	Плохая мостовая.	
	Пушка 6″ 1887 г.	2	3.100	6.200				
	Передки	4	640	2.560				
	Итого. . .			8.760				
2	Пушка 6″ 1877. .	2	3.100	6.200	14	22	Шоссе ср. качества.	
	Передок	1	640	640	9	12	Тверд. грунтов. дорога.	
	Итого. . .			6.840				
3	Пушка 6″ в 190 пудов	1	4.800	4.800	5,7	8	Грунтов. песчаная дорога.	Частью ходом, частью лебедкой
	Передок	1	640	640				
	Итого. . .			5.440				
4	Пушка 42″ . . .	1	2.625	2.625	1	2	Сплошной сыпучий песок.	Только лебедкой.
	Передок	1	640	640				
	Итого. . .			3.265				

движения в колонне на дальние расстояния примерно 5 километров, а окончательная средняя 3,5 километров, что примерно в $\frac{7,75}{3,5} = 2,2$ раза меньше окончательной средней скорости движения тракторов с 4 ведущими колесами. Таким образом, выигрыш во времени на стороне тракторов с 4 ведущими колесами и он тем значительнее, чем на путях движения тракторов меньше участков, мало проходимых, в виде сыпучих песков, размокших грунтовых дорог, болотистых луговин и т. п.

мест, которые тракторы с 4 ведущими колесами, снабженные колесными приспособлениями и лебедками, могут проходить, но со скоростью несколько меньшей, чем гусеничные тракторы. Если же место действия тракторов есть сплошное бездорожье, в виде выше приведенных малопроходимых сыпучих песков, топких и вязких дорог и болотистых лугов, то на них при всякой к тому возможности, прежде всего необходимо создать дороги, а при полной к тому невозможности, на таких местах будут работать гусеничные тракторы и то лишь постольку успешно, поскольку их вес даст им возможность не зарываться в песках и не тонуть в болотистых местах. В таких обстоятельствах уместнее всего применять на деле то, что делали англичане на Бельгийском фронте в войну 1914—1918 г.—они строили дороги для машин, а не машины для дорог, хотя для постройки дорог им приходилось привозить из Англии в Бельгию и цемент, и битый щебень.

Рассмотрев и исследовав результаты работы тракторов с 4 ведущими колесами и механической передачей во время конкурса 1914 г. и во время других испытаний, необходимо указать на то, что эти самые тракторы, как французские, так и итальянские, работали в войну 1914—1918 г.г. на фронтах: французские на французском, английском и бельгийском, а итальянские—на итальянском и отчасти на французском. Работа их там происходила в условиях, весьма близких к конкурсным 1914 г. и для французских отчасти даже в той же местности, ибо конкурс 1914 г., как видно из маршрута, был в приграничной полосе, оказавшейся театром военных действий. Тракторы явились на эту ответственную фронтовую работу совсем такими же, какими они были на конкурсе 1914 г., а итальянские прямо с завода «Фиат» в средине 1915 г. Число тракторов постепенно увеличивалось и ради спешной нужды в них никаких переделок в их конструкции не было. Таким образом и сейчас на французском и итальянских рынках имеются те же самые модели, которые испытывались в 1914 и 1915 годах и работали в 1915 и 1918 г.г. на иностранных фронтах. Следовательно, описанные образцы тракторов с 4 ведущими колесами и механической передачей можно считать типовыми образцами этого рода машин в настоящий период их развития, а потому представляется полезным сделать ниже сводку тех результатов их работы, которые выявились в вышеприведенных систематизированных материалах и расчетах.

в) Прицепки.

Из таблицы № 1 видны характеристики прицепок, причем совершенно определенно можно заключить из рассмотрения граф

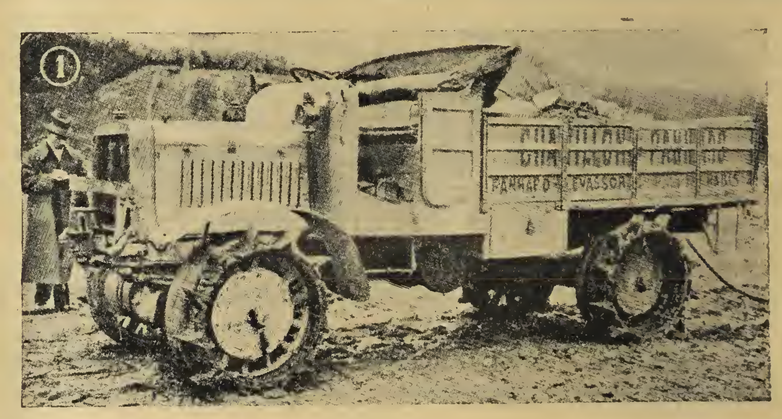
41а и 41б и из граф 36 и 37, что нагрузки на передние оси прицепок французских тракторов почти равны, а нагрузки на задние оси прицепок даже больше соответственно нагрузок на передние и задние оси самих тракторов. Это обстоятельство, конечно, не способствовало проходимости прицепок, а значит и самих поездов, буксируемых тракторами, ибо известно из практики, что при одинаковой нагрузке на оси и при одинаковых ширинах ободьев колес трактор обладает лучшей проходимостью, чем его прицепки; об'ясняется это тем, что колеса трактора, как активные, лучше выбираются из трудных мест, чем пассивные колеса прицепок, ибо врезывание их в полотно пути не компенсируется активностью. Между тем у прицепок французских тракторов ширина ободьев была меньше ширины ободов тракторных колес и как видно из граф 41а и 41б, вследствие этого нагрузка, приходящаяся на 1 погонный сантиметр ширины обода прицепок, в 1,5—1,6 раза больше, чем на 1 пог. сантиметр обода тракторов. Это обстоятельство, вытекающее из первого вышеуказанного, еще больше уменьшало способность прицепок проходить там, где шли сами тракторы: все испытания на вязкой и топкой дороге сводились к тому, что колеса прицепок врезались в полотно дороги на 30—50 снтм. и не катились, а просто бороздили дорогу и тем самым тормозили тракторы, которым в конце-концов приходилось вытаскивать их лебедками и то после того, когда под колеса прицепок подкладывались цыновки, размерами 1 мтр. $\times$ 40 смтр., весом 7—8 килогр., сплетенные из индийского тростника на проволочной сетке. Цыновки эти, подложенные под колеса прицепок, деформировались, но не разрывались, а после употребления опять принимали первоначальную форму. Такие же цыновки употреблялись немецкой тяжелой артиллерией и нечто в роде них употреблялось в крепости Осовец во время маневров, когда артиллерию надо было провести по болотистым участкам: под колеса пушек подкладывались тонкие дощатые щиты, в роде железнодорожных от заносов, которые укладывались в роде рыбьей чешуи. Таким образом, цыновки компенсировали отчасти недостаток конструкции прицепок, а именно слишком узкие обода их колес. Если нельзя уменьшить давление на оси прицепок из-за того, чтобы не увеличивать числа их, а значит и мертвого веса их, то это увеличенное давление надо разлагать на большую ширину ободьев колес, давление на 1 пог. снм. коих во всяком случае не должно превышать давление на 1 пог. сантм. ширины обода колес тракторов и всегда, когда на топких или сыпучих грунтах на колеса тракторов приходится надевать пояса Бонадженте или «чинголи», на колеса прицепок надо надевать пояса Бонадженте или башмаки для увеличения площади опоры их на полотно дороги.

Диаметры колес прицепок также должны корреспондировать диаметрам колес тракторов, т.-е. необходимо, чтобы давление на 1 пог. сантим. периметра обода прицепок было не больше такового для колес трактора.

г) Приспособления, улучшающие проходимость.

Из приспособлений, надеваемых на колеса, уже подробно говорилось о поясах Бонадженте и «чинголи», которые служат не только для увеличения сцепления, но и для распределения давления груза на бóльшую площадь полотна дороги. Другая группа таких приспособлений, не увеличивая особенно площадь соприкосновения колес с полотном дороги, в то же время своим устройством способствует увеличению сцепления и зацепления за полотно дороги.

К таким приспособлениям относятся цепи, добавочные обода с выступающими лопатками, постоянными и переменными. Цепи годятся для полотна дороги твердого, но скользкого, ибо на мягком полотне они в него врезываются, разрушают его и колесо пробуксовывает. Устройство цепей весьма различно и известно по таковым, употребляемым для обыкновенных грузовиков. Про них можно сказать, что конструкция их зависит от состояния шоссе или мостовой: цепи небольшой толщины должны употребляться на грязном, но твердом шоссе, более толстые—на шоссе средней плотности. Правильнее цепи брать такой конструкции, чтобы они образовали винтовую линию на ободе; при таком закреплении действие цепей становится непрерыв-



Фот. 27.

ным и устраняются толчки, которые неизбежны, если вместо непрерывной винтовой цепи имеются отдельные звенья, закрепленные местами на ободе перпендикулярно к его периметру. Толчки неизбежны, когда вместо цепей употребляются трапецеидальные выступы,

соединенные цепью, укрепленной между двумя бандажами и расположенной на периметре обода, перпендикулярно к нему. Добавочные обода с выступающими лопатками, служащие для увеличения сцепления на мягком полотне дороги, негодны для твердого, ибо на них колесо будет только подпрыгивать. Потому на твердых участках такие обода надо снимать. Дабы этого избежать, некоторые фирмы делают колеса с лопатками, которые могут по желанию шоффера или выступать из-за обода колеса, или прятаться в него. Такие приспособления в виде добавочных с'емных колес употребляет фирма Панар и Лятиль (фот. №№ 27 и 28). Фирмы же Лондрин и итальянская Повези и Толлоти имеют колеса, в коих такие стальные пла-



Фот. 28.

стины (палетки) закреплены постоянно и прячутся внутрь железного обода или выступают из него по желанию шоффера, который для





Фот. 29.



этого действует рычагом, управляющим осью с эксцентриком (фот. № 5). От эксцентрика к пластинам проведены шарнирные спицы и поворот

эксцентрика вызывает поднятие или опускание пластин из-за обода колеса (фот. № 29). Эти выступающие пластины врезываются в грунт, как бы зацепляются за него и выходя из него, образуют за собой след в виде ямок. При движении по шоссе и мостовой, пластинки поворотом эксцентриковой оси и эксцентрика прячутся между двумя составляющими ободьями колеса за под лицо и колесо соприкасается с шоссе только двумя узкими ободьями (шириной по $1^1/_2$ дюйма, при расстоянии между ними до 6 дм., равном ширине пластинок). Это обстоятельство является слабым свойством таких колес, ибо, во-первых, узкие ободья портят шоссе, а во-вторых, вследствие узости ободьев сопротивление движению несколько увеличивается из-за образования колей. Это увеличение сопротивления требует увеличения силы тяги, а значит и силы сцепления, которой увеличить нельзя, значит приходится уменьшать вес перевозимого груза. Таким образом, конструкция колес как бы автоматически понижает величину груза, перевозимого по шоссе, причем опыты показывают, что перевозка такого груза оказывается вполне по силам трактору при движении по бездорожью. При обыкновенных резиновых шинах оказывается обыкновенно, что трактор, из-за недостатка сцепления, не может на бездорожье буксировать всего того груза, который он может буксировать по шоссе. В данной же конструкции предел веса буксируемого груза устанавливается как бы на бездорожье, и на шоссе трактор не может перевозить больше того, что на бездорожье. Испытываемая мною конструкция являлась переделкой из сельскохозяйственного трактора и потому была несовершенным образцом данного типа тракторов. Имеются и такие усовершенствованные образцы колес этого типа, когда выступающие из-за ободьев колес пластины не просто прячутся внутрь колеса, а прячась образуют наружную поверхность, как бы стальную шину колеса. При такой конструкции шоссе не портится и, выпуская больше или меньше пластины, можно получить либо как бы сплошную поверхность, либо шероховатую, что, конечно, полезно при движении по мокрому шоссе. Таких колес непосредственно испытывать не пришлось, но имеются сведения о наличии их в германской армии.

Необходимо также указать на так-называемые башмаки, которые по внешнему виду несколько напоминают колесные пояса типа Бонадженте, ибо также снаружи видны пластины. Разница же весьма существенна, а именно: в то время как при колесных поясах колеса не скреплены с этими пластинами и катятся внутри колеи, образуемой желобами этих пластин, колесные башмаки представляют собой пластины, каждая из коих, как деревянная калоша-сандалия, привязывается, или вообще прикрепляется к ободу колеса, образуя с ним

как бы одно целое. Таким образом, при колесных поясах на дороге сразу расстилаются две или три пластины и по этому пути колесо катится, а при башмаках колесо опирается одновременно на одну качающуюся пластину—башмак. Следовательно башмаки менее способствуют увеличению сцепления и менее понижают давление на 1 кв. с/м. полотна дороги, чем колесные пояса. Из приспособлений, способствующих прохождению тракторов, надо указать на специальные стальные мостики, применяемые тракторами Шнейдер для прохождения через небольшие канавки (фот. № 30); вообще же этими мости-



Фот. 30.

ками пользовались как подножками; вес их 54 килогр. при длине 2 метра и при сечении в виде французского *U* с уширенным краем, при чем закрайны (вертикальные стенки) рассчитаны как балки одинакового сопротивления во всех частях. Мостик укладывался над канавой желобком вверх, а как подножка—желобком вниз. Польза таких мостиков несомненна и больше, чем невыгода от увеличения мертвого веса из-за их наличия: это те же доски, кои возят с собой обыкновенные грузовики, но более соответствующие тракторам.

7. Сводка результатов опытов и расчетов.

Применяя такие расчеты, как вышеприведенные, для обследования явлений, наблюдаемых при работе тракторов с 4 ведущими колесами, французских и итальянского «Фиат» на дорогах различных качеств и с различными под'емами, можно результаты выразить таблицей № 2, что и сделано ниже. При этом для расчета использованы следующие, уже приводимые выше, основные формулы, а именно:

При 4 ведущих колесах.

1. Начало движения возможно, когда $\varphi\, Pc > F_1 > W$, где Pc сцепной вес в тоннах; φ — коэффициент сцепления; F_1 касательное усилие; W — сопротивление общего веса P.

2. Для преодоления сопротивления поезда W требуется вращающий момент движущих осей, который соответствует полезной мощности мотора M действ. $= \frac{W.\ V}{3{,}6 \times 75} = 0{,}0037\ W\ V$, где V скорость в километр. (час), M дейст. $= 0{,}0315 \times 0{,}85 \times 0{,}25 \times 1000 \times 0$, где 0 есть литраж цилиндра.

3. Теоретическая сила тяги ведущих колес;

$$Z = \frac{Mg\ 75 \times 3{,}6}{V}$$

4. Сила тяги должна преодолеть сопротивление $W = 1000.P \frac{s}{a} + 1000\ PK$, где s выражается в % при a равном 100 метрам, а K коэффициент сопротивления катанию.

5. $Ma\text{в} = Mg\mu$, где μ коэффициент отдачи передачи.

6. Начало движения возможно, когда $Z = W$, т. е.

$$1.000 \times P \frac{s}{100} + 1.000\ P \times k = \frac{Mg \times 75 \times 3{,}6}{V} \times \mu =$$

$$= \frac{Ma\text{в} \times 75 \times 3{,}6}{V}$$

Откуда: $Ma\text{в} = \frac{PV(s = k)}{27}$

$$V = \frac{27\ Ma\text{в}}{P\,(s + k)}$$

$$S = \frac{27\ Ma\text{в}}{P.\ V} - k$$

$$Z = \frac{Ma\text{в} \times 75 \times 3{,}6}{V} \leq Pc\varphi 1000$$

или

$$Z = \frac{Ma\text{в} \times 270}{V} \leq 1.000\varphi Pc$$

а если $Z = \frac{Ma\text{в} \times 75}{V} > 1.000\varphi\, Pc$, то необходимо соблюдение равенства $1.000\ P.\frac{s}{100} + 1.000 P \times k = 1.000\varphi Pc$, тогда $s =$

$$= \frac{1.000\varphi Pc}{P} - k.$$

При 2 ведущих колесах.

Соответственно изменяются:

1. $\varphi Q > F_1, > W$ где Q сцепной вес;

6. $Mав = \frac{PQ}{27}(s + k)$

$V = \frac{27\ Mав}{P(s + k)}$

$S = \frac{27\ Mав}{PV} - k$

при условии, что

$$Z = \frac{Mав \times 75 \times 3{,}6}{V} \leq 1.000 \varphi Q$$

или

$$\frac{Mав \times 270}{V} \leq 1.000 \varphi Q$$

Если же:

$$Z = \frac{Mав\ 75 \times 3{,}6}{V} > 1.000 \varphi Q$$

то

$$1.000\ P \frac{s}{100} + 1.000 Pk = 1.000 \varphi Q$$

тоже

$$S = \frac{1.000 Q \varphi}{P} - k$$

$$max\ W = \varphi Q = Z\ max.$$

В этой таблице № 2 в графах 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 помещены цифры, запротоколенные различными опытами во Франции, Италии и России, на большинстве коих автору пришлось присутствовать. В графах 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 помещены цифры, вычисленные по вышеуказанным формулам по данным предшествующих граф 2—15. Что касается граф 16 и 17, а также 18, 19 и 20, то их цифры отчасти взяты из таблиц в различных справочниках, а отчасти взаимно проверены и откорректированы по данным граф 2—15 и 21—32, ибо простое пользование цифрами справочников для коэффициентов сопротивления катанию и сцепления вызывало в некоторых случаях несоответствие между величинами, вычисленными по формулам и фактически наблюденными во время опытов. Что касается величин коэффициента сцепления, приведенных в графах 18—20, то это минимальные величины, необходимые для движения без буксования или те максимальные, при коих наблюдалось буксование. Фактически коэффициент сцепления мог быть больше при отсутствии буксования и меньше при наличии его. Величина действительной мощности мотора и все связанные с

ней величины и процентные отношения, т. е. графы 21, 22, 23, 24, 25 и 26 и т. д. до конца вычислены при сопротивлениях, возникающих от трения катания во время установившегося движения тракторов и поезда. Что же касается трогания с места трактора и поезда, то добавочное сопротивление принимается равным $1/8$ сопротивления при движении. Это практически выражается или тем, что трактор берет с места на меньшей скорости (т.-е. берет на 1-ой в то время, когда на ходу пользуется второй), или же если на ходу он может итти только на первой при 1000 оборотах, то при трогании с места он должен увеличить число оборотов на $1/8$, т.-е. на $12^1/_2$%, что конечно вполне допустимо. С другой стороны, практически в случаях, указанных п. 1,5 таблицы № 2, мотор делал не 1000 оборотов, а значительно меньше и потому отдача равнялась не 22% и т. п., а была значительно выше, т.-е. число оборотов мотора искусственно уменьшалось, но относя отдачу к нормальному числу оборотов—1000—видим, что мотор утилизирован значительно хуже, чем он мог бы быть утилизирован, если бы система передачи давала к тому возможность. Об этом подробнее будет изложено во второй части при сравнении электрической передачи с механической. Совершенно ясно, что цифры таблицы № 2, кроме запротоколенных, которые являются в свою очередь лишь некоторыми средними величинами, вообще говоря, являются теоретическими и каждая из них, взятая сама по себе, недостаточно показательна и обязательно характеристична для данных условий, но общая сводка их, являясь характеристикой тракторов известных конструкций и дорог различного состояния в связи с таблицей № 1, дает совершенно определенную картину того, чего можно ожидать от тракторов с 4 и 2 ведущими колесами рассмотренных образцов при работе их на различных путях, а также и того, в каком направлении следует над ними работать, дабы применение их было возможно шире, надежнее и проще.

Выводы эти можно кратко формулировать так:

1. Конструкции французских тракторов с 4 ведущими колесами систем Панар - Левассар, Блюм-Лятиль, Рено и Шнейдер по существу аналогичны конструкциям обыкновенных грузовиков, но сложнее их в деталях из-за устройства передачи и управления не на 2, а на все 4 колеса.

2. Устройство всех 4 колес ведущими вполне искупает усложнение конструкции, ибо тяговые свойства этих тракторов и их проходимость значительно выше, чем у грузовиков с 2 ведущими колесами.

3. Тракторы с 2 ведущими колесами, как показывают опыты с трактором «Фиат», могут развить на дорогах с твердой корой те же тяговые усилия, как и тракторы с 4 ведущими колесами, при условии снабжения их колес активными колесными поясами типа «чинголи», путем увеличения давления на ведущую ось.

4. Проходимость таких тракторов с 2 ведущими колесами на бездорожьи, хотя бы и снабженных активными колесными поясами, вообще говоря меньше, нежели проходимость тракторов с 4 ведущими колесами, снабженных хотя бы не активными поясами, ибо передние колеса тракторов типа «Фиат» понижают их проходимость.

5. Увеличенное давление на ведущую ось необходимо при тракторах с 2 ведущими колесами типа «Фиат», для получения таких же тяговых свойств, как при 4 ведущих колесах и даже больше, вызывая необходимость в более прочных мостах, не оказывает вредного влияния на полотно грунтовой дороги, ибо колеса опираются на него большей площадью пластин «чинголи», составляющих в этих условиях органически необходимую часть колес и уменьшая давление на 1 кв. сантм. полотна дороги до 1—2 килогр.

6. Для того, чтобы тракторы с 4 ведущими колесами, не взирая на сложность своей конструкции, получили явное преимущество в смысле проходимости перед тракторами с 2 ведущими колесами типа «Фиат», необходимо, чтобы все 4 колеса были снабжены активными поясами типа «чинголи» хотя бы за счет удобства управления.

7. С другой стороны, чтобы повысить проходимость тракторов с 2 ведущими колесами типа «Фиат» на бездорожьи, необходимо их передние колеса снабжать неактивными поясами Бонадженте.

8. Те и другие тракторы, при условии улучшения их конструкции, как сказано выше, активными и пассивными колесными поясами, обладают проходимостью по бездорожью, иногда немного уступающей проходимости гусеничных тракторов.

9. В то же время, обладая значительно большею скоростью движения на дороге с твердым полотном при снятых поясах, они уступают в скорости лишь $1\frac{1}{2}$ тонным грузовикам на пневматических шинах.

10. Все эти обстоятельства дают основание заменить тракторами с 4 ведущими колесами и с 2 типа «Фиат» обыкновенные грузовики 3 и 5 тонные.

11. При всех вышеизложенных условиях сфера работы гусеничных тракторов современной рыночной конструкции, т.-е. имеющих максимальную среднюю скорость до 10 верст, должна ограничиться лишь такой

местностью, где совершенно нет дорог с твердым полотном (шоссе, мостовых или грунтовых) или где зимние дороги сплошь покрыты рыхлым снегом.

12. Во всех же прочих условиях перевозка грузов должна производиться: во первых, тракторами с 4 ведущими колесами или с 2 типа «Фиат», при условии снабжения тех и других соответственными колесными поясами, во-вторых, перевозка легкоделимых грузов на хороших дорогах должна производиться полуторатонными грузовиками на пневматических шинах.

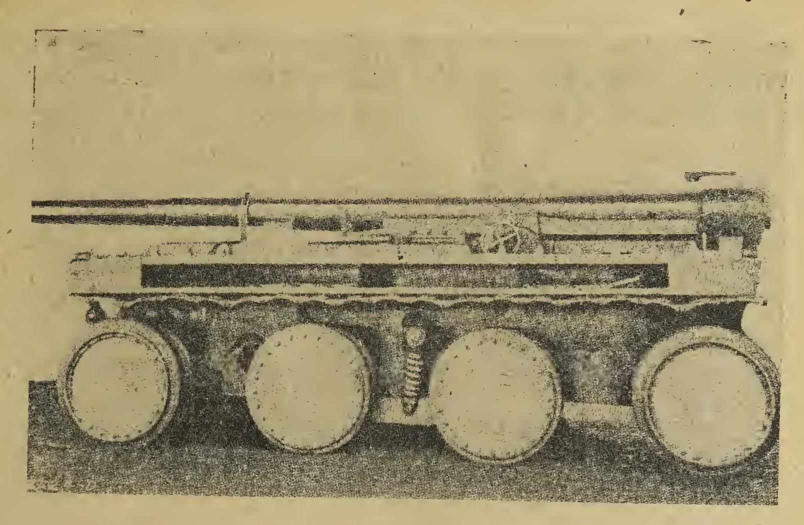
13. Окончательный выбор между тракторами с 4 ведущими колесами французских образцов и тракторами с 2 ведущими колесами типа «Фиат», при условии снабжения тех и других колесными поясами, должен быть установлен после опытной совместной работы тех и других в одинаковых условиях. До 1917 года такой сравнительной работы за границей не производилось.

14. При всех вышеизложенных рассуждениях принималось, как вполне установленное, что сама конструкция тракторов одинаково совершенна, как по сравнению с конструкцией грузовиков, так и в отношении тракторов между собой, ибо конструкции тех и других типов, вообще говоря, доказали свою пригодность и прочность вполне. Сравнивать приходится лишь тяговые свойства и проходимость при современно установившихся конструкциях и только с этой точки рассматривались тракторы, считая, что тяговые свойства, грузопод'емность и проходимость обыкновенных грузовиков вполне всем известны и проверены многими опытами.

15. Что касается тяговых свойств гусеничных тракторов и их проходимости, как менее известных, то рассмотрение их составит предмет особой главы, изложение которой подкрепит вышеприведенные выводы.

16. Учитывая, с одной стороны, главное отличительное свойстов колесных тракторов автомобильного типа с 2 и 4 ведущими колесами, а именно их значительную скорость на хороших дорогах, а с другой— почти абсолютную проходимость тех машин, кои снабжены гусеницами, приходится признать, что для России наиболее пригодным образцом трактора будет такой, который будет снабжен и 4 ведущими колесами и гусеницами, снимаемыми и одеваемыми, подобно Фиатовским «чинголи», в зависимости от условий дороги. Машины подобного рода существуют в Америке, как это видно из журналов 1) Journal of United states Artillery, январь 1921 г. и 2) Engineering от 15 февраля 1921 г. (фот. за №№ 31, 32, 33). Фактически такой трактор должен иметь не 4, а по крайней мере 8 колес, из коих 4 крайние—ведущие, а 4 средние необходимы для распределения давле-

ния на гусеницы и для прижимания к полотну дороги. Конструкция эта, конечно, сложнее гусеничных тракторов и с 4 ведущими колесами, но зато должна исчерпывать вопрос о перевозках грузов до



Фот. 31.

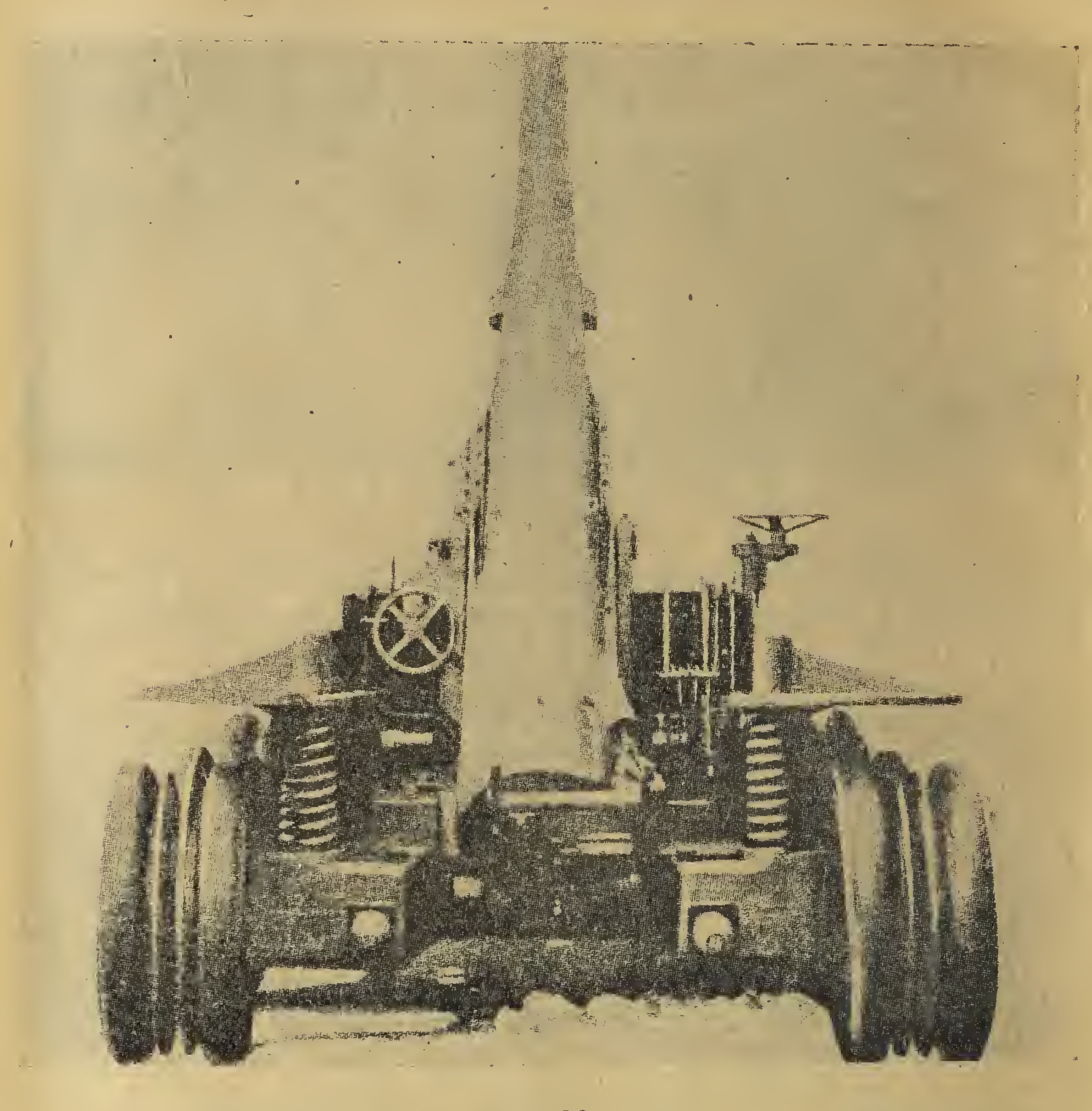
конца. К сожалению, не имеется ни личного опыта, ни материалов для суждения о продолжительной службе таких конструкций, да



Фот. 32.

едва-ли они и служили где-либо долго, ибо, судя по данным журнала Engineering, появились они сравнительно недавно. Их появление

является лишним доказательством того, насколько нужны тракторы с 4 ведущими колесами, как основной, наиболее желательный тип, для коего гусеница должна являться дополнением и притом таким дополнением, область применения коего прямо пропорциональна количеству бездорожья, как то уже было указано выше в пункте II-ом. Вышеописанный комбинированный тип непригоден только в тех условиях, где безусловно пригодна только гусеница, ибо незачем иметь

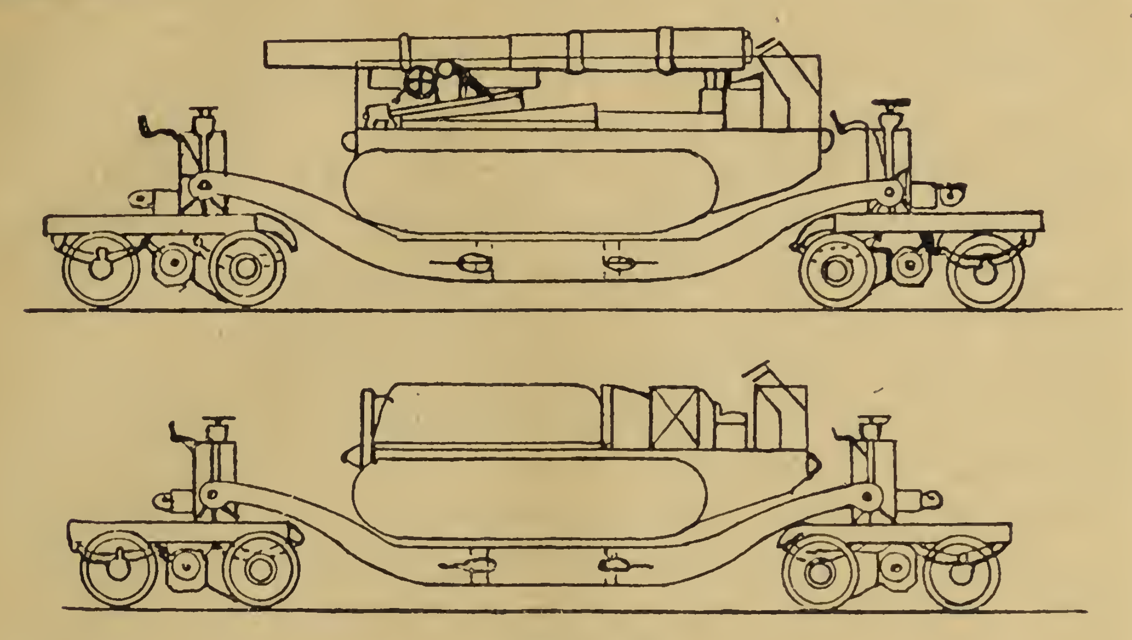


Фот. 33.

такой сложной конструкции, если колесным приспособлением совсем воспользоваться нельзя; в таких условиях гораздо проще иметь простую гусеничную машину, не осложненную колесной системой.

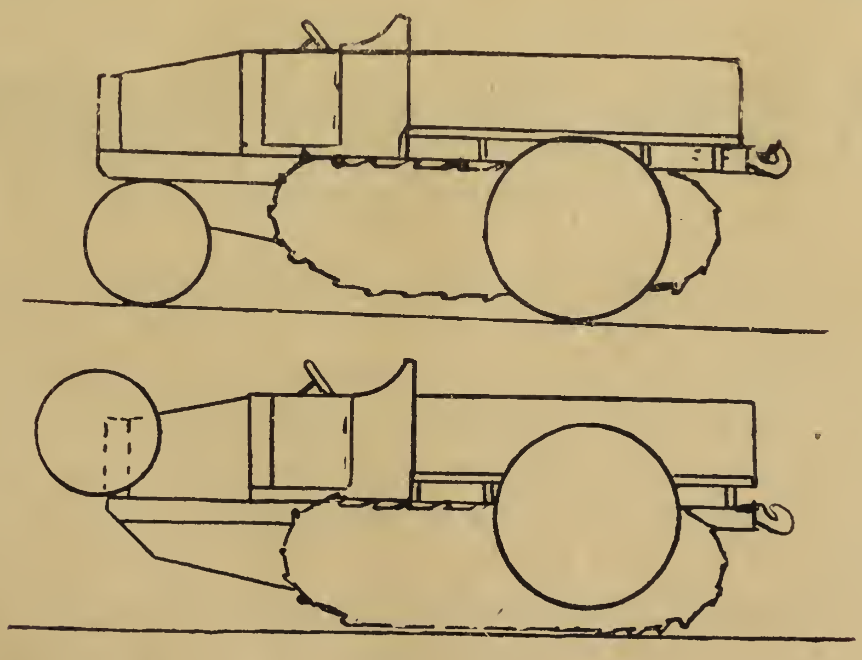
17. Другой возможной комбинацией надо считать грузовики-тракторы с 4 ведущими колесами, кои предназначаются для перевозки самих гусеничных тракторов по хорошим дорогам для сосредоточения их к таким местам, по коим могут проходить только они, а не колесные тракторы. Комбинация эта сложная, опытных материалов по ней не имеется. См. черт. № 12.

18. Третьей комбинацией приемлемой для русских дорог надо считать трактор, снабженный и гусеницей, и 4 ведущими колесами, посаженными на оси с эксцентриками таким образом, чтобы по



Черт. 12.

желанию можно было движением рычагов или винтовых приспособлений ставить грузовоз или на ведущие колеса, или на гусеницу, не снимая их с машины, а поднимая их выше гусеницы, как показано на черт. № 13.



Черт. 13.

19. Необходимо оговориться теперь же, что стремление техники создать везде проходящую грузовую машину, имеет за собой ту слабую сторону, что как бы успокаивает мысль на бездорожье и не побуждает стремиться к увеличению путей проходимых для простых машин. Как бездорожье побудило создавать новые типы машин, так

стремление иметь возможно простые машины должно вызвать улучшение путей сообщения, что особенно важно для России, ибо в ней при малом развитии техники еще долго будет работать наравне с механической конная тяга, для которой бездорожье не менее вредно, чем для машин. И если надо машины строить для дорог, то совершенно также—дороги надо строить для машин. Последнее к тому же для России, вообще говоря, более доступно, чем постройка новых везде проходящих машин, а потому постройку дорог надо считать первой очередной задачей, не взирая на возможности закупить за границей самые совершенные, всюду ходящие машины.

Для того же, чтобы вышеизложенные общие положения о тракторах с 4 и 2 ведущими колесами автомобильного типа более конкретизировать, ниже приводятся те требования, кои возможно пред'являть ныне таким тракторам на основании работы их на французских и итальянских фронтах, а также на основании данных русских испытаний в 1913 г. За базу таких требований можно принять те «главные основные условия для тракторов с 4 ведущими колесами», кои изложены в начале настоящего исследования. Требования из этих условий в некоторых своих пунктах должны быть повышены, а в некоторых понижены, как это изложено ниже. Дабы систематизировать требования, они излагаются здесь вновь и, где надо, в исправленном виде.

8. Главные основные условия для колесных тракторов автомобильного типа с 4 или 2 ведущими колесами для работы в русских условиях.

Условия работы тракторов.

1. Отдельный трактор с максимальной полезной нагрузкой на нем должен на дорогах с твердой корой (шоссе, мостовая, плотная грунтовая) развивать на горизонтальном участке скорость не менее 25 километров и брать под'емы не менее 22% со скоростью не менее 4 километров.

2. На таких же дорогах с под'емами не круче 8%, он должен давать среднюю скорость пробега не менее 15 километров в час, при условиях: а) что протяжение таких под'емов на 100 километров пути не более 10% и б) такая средняя скорость должна получиться при условии, что наибольшую скорость при данном испытании он должен развивать не более 25 километров.

3. На дорогах с твердой корой (шоссе, мостовая) и плотной грунтовой трактор должен буксировать прицепной катящийся груз:

а) при сухом полотне дороги без цепей и др. приспособлений;

б) при мокром полотне дороги с цепями, башмаками и проч.

Вес прицепного катящегося груза должен быть:

а) на горизонтальном участке при скорости не менее 15 километров вес прицепного груза не менее двойного веса полностью груженного трактора;

б) на под'емах до 12% и при скорости до 2,5 километров должен поднимать прицепного груза не менее двойного веса вполне груженного трактора;

в) такой же прицепной груз должен поднимать на под'емы не менее 6% со скоростью не менее 5 километров в час;

г) такой же груз должен буксировать со средней скоростью не менее 8 километров в час при условиях: 1) что длина под'емов до 8% оставляет не более 10% и 2) что наибольшая развиваемая скорость не превысит 15 километров в час;

д) такой же груз должен буксироваться на под'емы до 18% на первой передаче.

4. На дорогах вязких, сыпучих, грязных и вообще на всяком бездорожье, где проходит полевая артиллерия, трактор с надетыми на все колеса активными колесными поясами типа «чинголи» или другими, или с надетыми гусеницами (резиновыми, как у Кегресса или с металлическими) должен проходить не только сам, но и буксировать прицепной катящийся груз, снабженный на колесах неактивными поясами (в роде поясов Бонадженте), причем вес такого груза должен быть не менее веса нагруженного трактора.

5. С такой же нагрузкой трактор должен показать среднюю скорость не менее 8 километров на пробеге длиной не менее 100 километров, при условии 10% общего протяжения под'емов крутизной не менее 8% и при грязном, скользком и неровном полотне дороги.

6. В этих условиях он может пользоваться своей лебедкой.

7. Лебедкой трактор должен втаскивать прицепной катящийся груз весом вдвое более вполне нагруженного трактора на под'емы не менее 15% и груз равный весу вполне груженного трактора на под'емы не менее 22%. В обоих случаях с одетыми на колеса прицепок неактивными поясами, если без них колеса прицепок врезываются в полотно дороги.

9. Устройство трактора.

1. Трактор, выполняющий вышеуказанные условия работы, может быть произвольной надежной конструкции автомобильного колесного типа.

2. Число ведущих колес предпочтительно 2 и не более 4-х.

3. Все ведущие и неведущие колеса должны быть и управляемые; это условие может и не соблюдаться, обязательно лишь то, чтобы трактор с помощью какой-либо конструкции мог сделать полный круговой поворот в пределах круга, диаметр которого, измеряемый по следу наружных колес, должен быть не более 12 метров. Такой же диаметр кругового поворота обязателен и для поезда, состоящего из трактора и не менее 4 прицепок 4-х колесных.

4. Полезная нагрузка на трактор, считая в том числе, кроме перевозимого груза, вес шоффера, горючего, инструментов и принадлежностей, не входящих в конструкцию данного трактора, должна составлять не менее 33% от мертвого веса трактора.

5. Мертвый вес трактора составляется из веса, как самого трактора, так и тех его принадлежностей, кои составляют такую необходимую конструктивную его часть, без которой он не может выполнить условия работы (цепи, колесные пояса, лебедка, клинья для установки на месте и т. п.). Мертвый вес должен быть таков, чтобы вместе с полезной нагрузкой обеспечивал надлежащее сцепление для соблюдения всех вышеизложенных условий работы, при условии пользования всеми теми принадлежностями, которые входят в состав этого мертвого веса и служат для увеличения сцепления.

6. Распределение полезного и мертвого веса должно быть таково, чтобы выполнять все условия работы, изложенные выше и кроме того: 1) чтобы на каждую ведущую ось приходилось не более 60% общего веса, как у вполне нагруженного трактора, так и у порожнего, и во всяком случае не более 7 тонн; 2) что при этом должно быть соблюдено непременное условие, чтобы давление на 1 кв. сантм. полотна дороги, как от ведущих, так и от холостых колес, не превосходило:

а) при одетых гусеницах не более 0,5 килограмма;

б) при одетых колесных поясах, активных и пассивных, не более одного килограмма;

в) при снятых гусеницах и поясах не более 7,5 килограмма, считая соприкосновение полотна дороги с шиной заднего колеса по длине 10 снм. периметра шины или не более 75 килограмм на 1 пог. снмт. горизонтальной проекции шины заднего колеса;

г) при снятых гусеницах и поясах не более 3 килограмм на 1 пог. снмт. периметра шины заднего колеса;

д) цифры, приведенные в пунктах В) и Г) для переднего колеса соответственно не должны превышать: 6,5; 6,5; 2,4.

7. Все части трактора должны быть над землей не менее, как на 40 снмт. при полной нагрузке его на шоссе; исключение делается для колес, зубчаток колес, тормозных барабанов и др. частей тор-

моза, но и эти части должны быть выше плоскости, проведенной под углом 45° к горизонту касательно к нижней части металлического обода колеса.

8. Мотор 4-х или 6-ти цилиндровый должен развивать на ободе ведущих колес мощность, достаточную для выполнения всех условий работ трактора и развития указанных скоростей при обязательном условии, чтобы вес поезда на одну лошадь мощ на ободе был не более 600 килом.

9. Все вышеуказанные условия работы трактор должен выполнять на бензине уд. веса 0,740, на смеси бензина с керосином, бензоле, карбютированном спирте, на денатурате и на керосине.

10. Охлаждение должно быть рассчитано так, чтобы трактор мог выполнить следующие условия: 1) буксировать без перегрева мотора на дороге с твердой корой и под'емом не меньше 18% в течение не меньше 1 часа, на 1-ой передаче прицепной груз вдвое более тяжелый, чем вполне нагруженный трактор; 2) мог бы тянуть лебедкой в течение не менее 30 минут прицепной груз согласно п. 7 условий работы.

11. Коробка скоростей должна иметь не меньше 4 вперед и 1 назад, причем скорость на 1-ой передаче не более 1,5 килогр./час и во всяком случае на горизонтальном участке нормального шоссе среднего качества трактор должен развивать на 1-ой скорости тяговое усилие на крюке не меньше 50% его веса при полной нагрузке. Должны быть приняты все меры к увеличению числа передач устройством больше чем 4-х скоростей, или добавкой демультипликатора. Значение этого фактора будет подробно освещено во 2-ой части при сравнении тяги механической с электромеханической.

12. Трактор должен иметь лебедку, сматывание с которой должно производиться автоматически или 1 человеком. Лебедка должна действовать от двигателя посредством необратимого привода. Наматывание кабеля длиной не менее 50 метр. должно итти одинаково хорошо, как с грузом, так и без него, и притом независимо от того, расположен груз спереди или сзади трактора и втягивается ли он полиспастом или без него.

13. Приспособления для укрепления трактора на месте при втягивании груза лебедкой должны обеспечивать его прочное стояние при этом на всяком грунте и на дороге со всякой твердой и гладкой корой, причем всякие приспособления, основанные на зацеплении за местные предметы, исключаются.

14. Трактор должен иметь не менее двух независимо работающих тормозов, каждый из коих должен гарантировать остановку трактора, спускающегося под уклон в 18% вперед или ползущего под

такой же уклон назад. Кроме того, должны быть упоры или храповики на 2 колесах одной оси, способные держать тракторы на уклонах при условии предшествующего параграфа.

15. Управление должно быть особенно необратимым. Шоффер должен со своего места управлять ходом всего поезда (трактора и его прицепок) тормозами и лебедкой.

16. Торможение прицепок должно происходить, начиная с хвоста поезда по направлению к голове его.

17. Колеса должны быть одинакового диаметра, если бандажи резиновые. Ширина обода и диаметр колеса рассчитываются так, чтобы были соблюдены условия давления на 1 кв. с/м полотна дороги, изложенные выше в пункте 6.

18. Такие приспособления, как активные колесные пояса, типа «чинголи» или типа гусеницы, составляющие неот'емлемую часть конструкции колес, должны укладываться над колесами и притом так, чтобы одевание и снимание их с колес, а также закрепление их на местах перевозки было прочно, просто и скоро (не более 30 минут для всего трактора при 2 рабочих).

19. Приспособления для укрепления на колесах цепей, башмаков, колесных поясов и т. п. не должны выступать снаружи ободов и должны быть просты и допускать замену одной системы другой, близкой по конструкции.

20. Как спереди, так и сзади должны быть сцепные приспособления—крюки и т. п. для буксирования прицепного груза и самого трактора. Эти приспособления должны быть рассчитаны на возможность буксирования грузов и самого трактора при всех вышеперечисленных условиях работы. Сзади должен быть шкворень артиллерийского образца для одевания хобота.

Сцепные приспособления должны обеспечивать мягкость передачи тягового усилия.

21. Радиатор и баки для горючего и смазочного должны быть рассчитаны не менее как на 100 километров пути по дороге с плотным полотном с полным весом поезда и не менее, как на 50 километров пути по таким дорогам, где трактор идет только с надетыми колесными поясами. Для большего запаса воды, горючего и смазочного должны быть запасные резервуары на тракторе, обеспечивающие пробег при всяких условиях на расстояние не менее 150 километров.

22. В деталях конструкция трактора и его составных частей произвольная, при соблюдения всех современных усовершенствований, обеспечивающих: 1) надежную работу, 2) легкий доступ для разборки и замены, 3) употребление стандартизированных частей и размеров, 4) возможно большую взаимную заменяемость частей между собой,

5) гибкость и приспособляемость мотора к перемене режима работы в зависимости от количества груза, состояния дороги и наружной температуры, 6) прогрессивность перемены скоростей, как для возможности использования полностью сцепления, так и для возможности использовать полную мощность мотора, 7) соответствие между всеми составными частями для достижения полной отдачи и полного использования каждой из них, 8) легкую приспособляемость всего трактора к переменной нагрузке и переменному характеру полотна дороги, 9) прочность и выносливость всех частей трактора.

Устройство прицепок.

а) Прицепки должны удовлетворять в смысле деталей устройства всем тем же требованиям, кои изложены для тракторов, поскольку они подходят к прицепкам по существу.

б) Главные требования их конструкции таковы:

1) Полезная нагрузка должна составлять не менее 60% от полного веса груженной прицепки.

2) Давление, приходящееся на каждую ось груженной прицепки, не должно превосходить давления на переднюю или вообще наименее нагруженную ось трактора.

3) Давление на 1 кв. с/м полотна дороги от колес прицепки не должно превышать давления на полотно дороги от неведущих колес и вообще наименее нагруженных колес трактора.

4) Шины прицепок должны быть резиновые, сплошные, одинаковые на всех колесах и по-возможности одинаковые с шинами трактора.

5) Колеса прицепок должны допускать простое и скорое одевание на них пассивных колесных поясов в роде поясов Бонадженте, кои входят в вес их мертвого веса.

6) Конструкция должна давать возможность полного перекоса прицепки при прохождении всяких препятствий, эластичность сцепки и ее простоту.

7) Сцепные приспособления должны быть одинаковые спереди и сзади и притом артиллерийского или близкого к ним образца.

8) Тормоза должны быть так устроены, чтобы торможение было с хвоста поезда и притом прогрессивное.

Как вышеизложенные главные условия, так и все настоящее исследование посвящены, главным образом, вопросам тяги и сцепления; вопросы же конструкции трактора затрагивались лишь постольку, поскольку они касались тяги и сцепления. Причиной является то обстоятельство, что цель настоящего исследования—это сравнение

различных основных конструкций тракторов, по их способности буксировать грузы в зависимости от сцеплений с полотном дороги, зависящей от деталей устройства их колес и прочих частей. При этом считалось, что сравниваются машины одинаково хорошо сконструктированные и построенные, и что дело идет о современных достигнутых типах хороших машин. С точки зрения сравнения тяговых свойств и сцепления предположено далее обследовать современные типы гусеничных тракторов, считая вполне установленным, что колесные тракторы сельско-хозяйственного типа во всех отношениях уступают колесным тракторам автомобильного типа и рассмотрение их может являться об'ектом самостоятельного исследования, но не настоящего сравнительного исследования механических средств для перевозки тяжестей.

10. Прибавление к 1-й части «Исследования».

После окончания первой части «Исследования» автору пришлось прочесть во французской газете «Le Journal» от 8 мая 1921 г. заметку, которая подтверждает высказанное им положение о том, что за границей тракторы с 4 ведущими колесами являются наиболее универсальным типом машины, представляя собою как бы тот стандартный образец, к введению которого надо стремиться. В заметке описываются случаи использования тракторов Лятиль и других с 4 ведущими колесами для маневров на железнодорожной колее при составлении поездов при выкидке и прицепке вагонов и при подаче их под нагрузку и выгрузку. Применяются тракторы для этой цели не на главных железнодорожных путях и не на железнодорожных станциях, а на заводах, фабриках и т. п., где имеются свои железнодорожные ветки и где раньше маневры с вагонами встречали большие затруднения. При помощи тракторов с 4 ведущими колесами этот вопрос разрешается практически Газовым Обществом в Париже, Обществом Морских перевозок в Марселе и даже обществом железных дорог $P — Z — M$, которое утилизирует их для вышеуказанных целей на ветках, проведенных к складам. Тракторы имеют буферные приспособления особого устройства, позволяющие им толкать вагоны, идя передним или задним ходом возле железнодорожной колеи, посредством канатов они могут тянуть вагоны, кроме того, пользуются также их лебедками и воротами.

Применение для этих целей, согласно заметке, имеют тракторы общества Лятиль, устроившие у себя различные необходимые приспособления для оперирования с вагонами. Принимая во внимание сопротивление движению вагонов на рельсах, а также силу тяги

трактора по сцеплению, получается, что трактор с 4 ведущими колесами тяжелого типа может тянуть примерно 25—30 груженых вагонов по горизонтальному участку со скоростью до 3,5 километров. Автору пришлось самому зимой 1914 г. в Батуме использовать обыкновенный грузовик с 2 ведущими колесами, дабы буксировать им платформы с 10-дм. морскими пушками, прибывшими на вооружение Черноморской батареи из Кронштадта. Для доставки пушек с товарной станции на батарею (около 5 верст) была срочно проложена ветка по улицам города и по полю без всяких земляных работ, и так как паровоза нельзя было пускать, то платформы предполагалось перегонять на руках. А так как рабочие руки были очень заняты на оборонительных работах, то автор, руководивший установкой орудий, поставил на тягу 3-х тонный грузовик Заурер, перевозивший свободно по 1 платформе при под'емах до $6^0/_0$. Применение же грузовозов с 4 ведущими колесами, имеющих к тому же лебедки, конечно, должно дать более серьезные результаты, подтверждая их универсальность.



Фот. 34.

Вышеизложенное о применении тракторов с 4 ведущими колесами для тяги железнодорожных вагонов подтверждается фотографией, помещенной в последнем проспекте фирмы Лятиль под заглавием: «Le tracteur porteur à 4 roues motrice Latil type T. P.». Весь проспект заполнен фотографиями и подсчетами, указывающими на широкое применение этих машин для сельскохозяйственных и промышленных целей, не только на хороших дорогах, но также и на грунтовых лесных, из чего можно заключить, что машины эти завоевали право гражданства во всех сферах. В частности Лятиль тип Т. Р. несколько отличается от вышеписанного и характеризуется следующими данными:

Мотор: Моноблок 4 цилиндра 105×140.

Мощность: 35 лошадей при 1200 оборотах.

Смазка: Барботажная насосом, снабженная приспособлением, которое прерывает зажигание в случае приостановки смазки.

Карбюратор: с 2 жиглерами.

Зажигание: магнето высокого напряжения.

Охлаждение: термосифонное с радиатором сзади мотора и вентилятор.

Включение: конусом обратным.

Перемена скоростей: скоростей 5: 3 килом., 5 кил., 8,5 кил., 15 кил. и 24 кил.

Задний ход: 4 кил.

Управление: бесконечный винт.

Подвеска: 4 рессоры на двойных серьгах.

Колеса: для резиновых сплошных шин: передние 1000 × 140 простые, задние 1000 × 130 двойные.

Тормоз ножной: тормозит все 4 колеса.

Тормоз ручной: тормозит два задних колеса.

Подача горючего: под дополнительным давлением.

Емкость резервуара: на 85 литров.

Вес шасси без шин: 3.000 килограмм.

Радиус поворота: 7 метров.

Сила тяги на ободе на 1-ой скорости 2500 килогр.

Полезная нагрузка на тракторе 4000 кил., не считая веса кароссери, который равен 800 килогр.

Общий вес поезда, поднимаемого при хорошей дороге на под'ем 6° — 25 тонн, на под'ем 10° — 16 тонн.

По типу своему этот трактор должен быть отнесен к типу легких и по сравнению с вышеописанным в начале этой части, тип *ТР* отличается некоторыми подробностями, которые, очевидно, являлись результатом практической работы трактора на фронте с 1914 по 1918 г. Изменения следующие:

1) Мотор на 22% сильнее, ибо диаметр не 95, а 105 м/м.

2) Наибольшая скорость больше на 9%.

3) Диаметр колес несколько меньше: 1 метр вместо 1,14 метра и притом передние колеса с одиночными шинами, но зато сечение шин больше — вместо 110 м/м, задние по 130 м/м, а передние 140 м/м. Передние сделаны одиночными, очевидно, для облегчения управления машиной.

4) Сила тяги на ободе повысилась также примерно на 22% вследствие увеличения мощности мотора.

5) Значительно увеличилась величина полезного груза на тракторе с 1200 до 4000 килогр., отчего он приобрел, между прочим, и

новое название «Tracteur—porteur», т.-е. стал трактор нагружаемый. Это увеличение величины полезной нагрузки увеличивает сцепной вес почти до 10 тонн, а значит, увеличивает и силу тяги по сцеплению (отношение $Pe : P = 0{,}4 — 0{,}3$), т.-е. увеличивает вообще тяговую способность трактора, что и указывается в проспекте: вес поезда на под'емах до 6^0 доходит до 25 тонн, против 14 тонн для типа раньше описанного. Таким образом, по тяговым данным этот последний трактор типа ТР можно приравнять к трактору Лятиль тяжелому, описанному вначале. Итак, надо сказать, что фирма Лятиль учла опыт работы во время войны, во-первых, а во-вторых, она, видимо, как и другие фирмы, пустила глубокие корни не только в военном, но и в общем транспорте, что является лишним подтверждением стандартности грузовиков с 4 ведущими колесами.

А. Крживицкий.

Москва, 1921 г.

Исследование средств механической перевозки грузов по обыкновенным путям.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Введение.

Часть I.

Грузовозы с 4 и 2 ведущими колесами.

е) стремление заменить их равноценными более простой конструкции;

ж) общие результаты конкурса 1914 г.;

з) отдельные результаты испытаний: 1) скорость на ровном участке, 2) предельные подъемы, 3) втягивание прицепного груза на подъемы;

и) причины невыполнения некоторых условий конкурса в дождливое время и общие средства для решения этого вопроса.

4. Теоретическое обоснование явлений, наблюдаемых во время конкурса 1914 г. и во время других испытаний:

а) расчет силы тяги и силы сцепления, средства и пределы их уменьшения и увеличения;

б) колесные пояса, описание их и расчеты, поясняющие их значение;

в) подтверждение расчетов опытными данными и вывод расчетных данных из этих опытов;

г) итальянские активные колесные пояса (чинголи) на тракторах с 2 ведущими колесами, их описание и расчеты к ним относящиеся;

д) расчеты, характеризующие тракторы с 4 ведущими колесами, снабженные активными колесными поясами.

5. Подсчеты коэффициента сопротивления катания и коэффициента сцепления на основании испытаний 1914 г. и других опытов:

а) величины их на сухих дорогах;

б) величины их на грязных дорогах;

в) выводы о возможной величине прицепного груза;

г) расчеты величин коэффициентов на бездорожье по опытам на артиллерийском полигоне в Петрограде и в Новогеоргиевской крепости.

6. Различные данные, характеризующие тракторы с 4 ведущими колесами типа 1914—1917 г.:

а) расход горючего;

б) средние скорости;

в) поворотливость;

г) приборы и приспособления для них, улучшающие проходимость.

7. Сводка результатов опытов и расчетов, характеризующих состояние тракторов к 1917 году и краткие данные о теоретически возможных тракторах.

8. Перечень главных условий работы, кои могут быть предъявлены к современным колесным тракторам на основании уже достигнутых результатов.

9. Главные технические условия конструкции тракторов с 2 и 4 ведущими колесами современного типа и прицепа к ним.

10. Добавление к 1-й части.

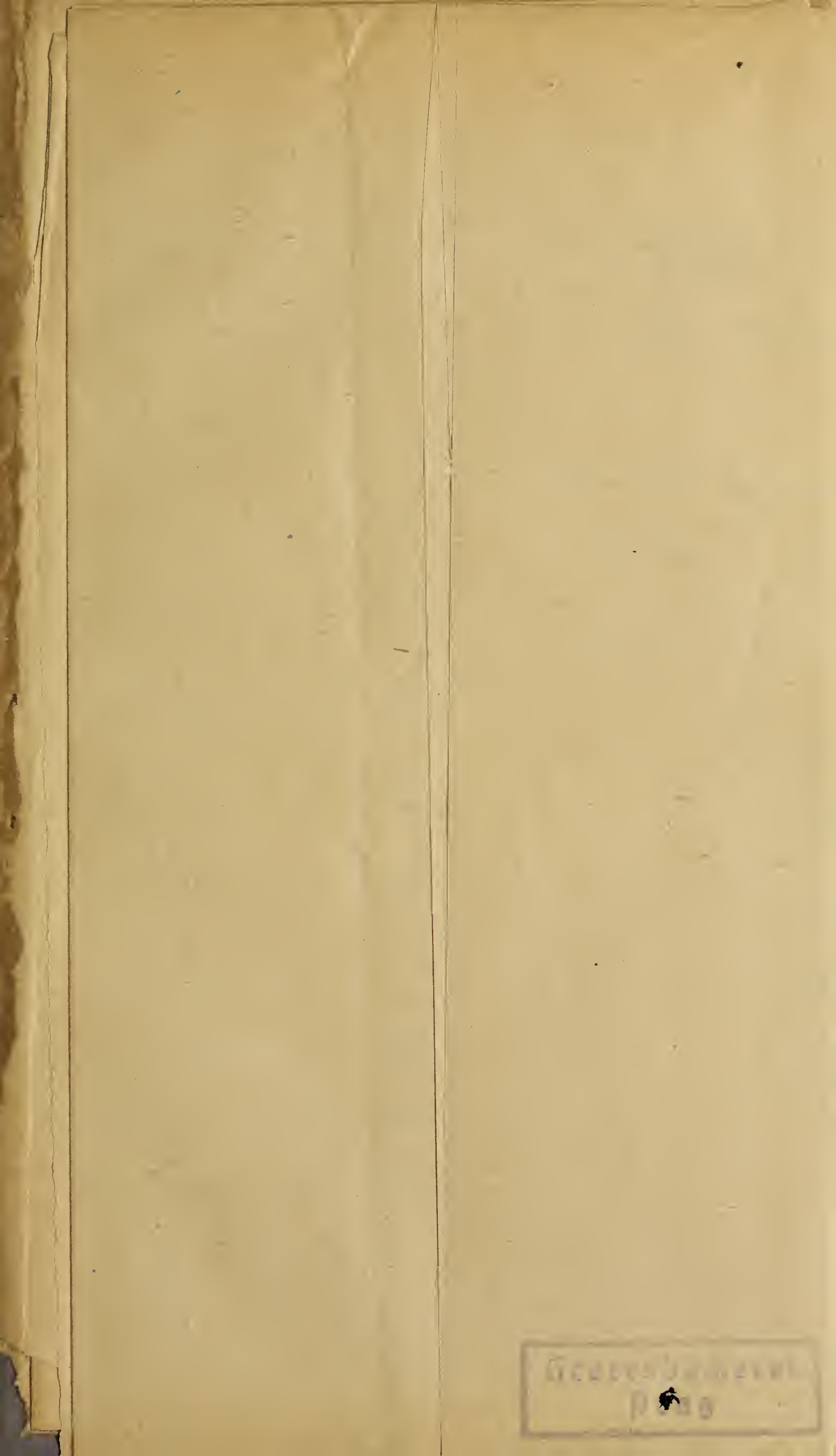


Таблица № 1

основных данных и расчетов, характеризующих французские тракторы с 4 ведущими колесами, а итальянские с 2, а также и прицепки к ним.

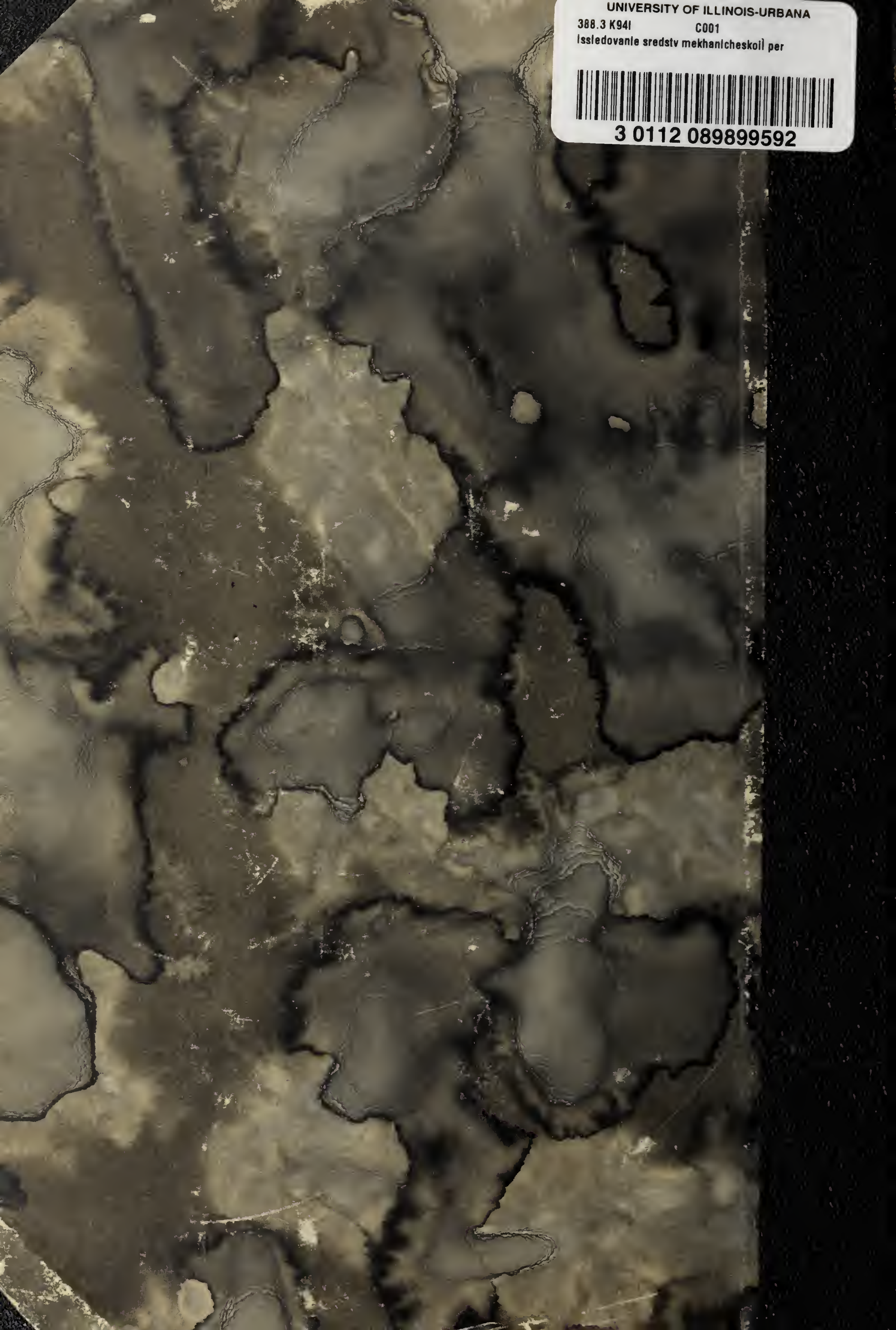
№№ по порядку	Тракторы фирм / Их свойства	Шатильон-Панар. Легкие.		Шатильон-Панар. Тяжелые.		Блюм-Лятиль. Тяжелые.		Блюм-Лятиль. Легкие.	Рено. Тяжелые.		Шнейдер. Тяжелые.		Средние числа для тракт. с 4 вед. кол.	Измерения.	Фиат 20 В с 2 вед. колесами и чинголи.	Род трактора	Примечание.
1	Номера.	1	2	3	4	7	8	9	11	12	13	14		Число.			
2а	Собственный вес Pm	4[illegible]0	1800	5485	5555	5250	5145	4300	5615	5650	5905	5890	4630 5570	Килограммы	— 7300	Легк. Тяж.	
2б	Нагрузка в пустом тракторе Pm { На пер. ось На задн. ось	2400 2[illegible]90	2510 2300	2890 2600	2945 2620	2940 2310	2915 2230	2395 1905	2340 2900	2820 2850	3000 2910	3010 2880	2435 2920 2200 2650	Килограммы	— — — —	Легк. Тяж. Легк. Тяж.	
3	Нагрузка на самом тракторе Pu	[illegible]20	720	1750	1715	1910	2015	1200	1855	1850	1595	1610	880 1800	Килограммы	4200—6000	Легк. Тяж.	
4	Вес трактора с его нагрузкой Pc	5[illegible]00	5500	7235	7270	7160	7160	5500	7500	7500	7500	7500	5500 7500	Килограммы	11500—13300	Легк. Тяж.	
5	Нагрузка в груженом тракторе Pc { На пер. ось	2[illegible]40	2595	3450	3115	3600	3585	2710	3150	3100	3750	3840	2625 3450	Килограммы	— 4300	Легк. Тяж.	
6	На задн. ось	2[illegible]60	2915	4200	4180	3560	3600	2790	4355	4400	3780	3710	2888 4090	Килограммы	7200—9000	Легк. Тяж.	
7а	Диаметры шин	1000	1000	1010	1010	1140	1140	1140	1030	1055	1010	1010	—	Миллиметры	передн. 900 задн. 1200		
7б	Сечение каждой [illegible] шин 4-х колес	[illegible]10	110	120	120	110	110	110	140	140	120	120	—	Миллиметры	пер. один. 160 задн. метал. 180		
[illegible]	[illegible]изонтальная проекция шин колеса	[illegible]40	240	260	260	240	240	240	300	300	260	260	—	Миллиметры	передн. 160 задн. 180		
[illegible]	Давление на один пог. сант. этой проекции передних колес	[illegible]63	54	67	60	75	75	55	53	52	72	74	54 66	Килограммы на 1 погон. сантиметр.	— 134	Легк. Тяж.	
10	Тоже задних	[illegible]2	61	85	80	75	75	58	73	74	73	72	60 76	Килограммы на 1 погон. сантиметр.	без чинг. 250 с чинголи 2.6 на 1 кв. смт.	Легк. Тяж.	
11	Периметр шин колеса	[illegible]	314	314	314	358	358	358	314	314	314	314	—	Сантиметры	передн 282 задн 377		
12	Давление на 1 пог. сант. периметра шины { Передн. колеса	[illegible]	2.1	2,74	2.46	2,5	2,5	1.91	2,5	2,46	3	3	2,00 2,40	Килограммы на 1 погон. сантимер	— 7,6	Легк. Тяж.	
13	Заднего колеса	[illegible].4	2,3	3,34	3.32	2,5	2.5	1,91	3,43	3,5	3	3	2,20 3,07	Килограммы на 1 погон. сантимер	без чинг. 11,9 с чинг. на 1 кв. снт. 2,6	Легк. Тяж.	
14	Прицепки №№	1с	$2c_1$ $2c_2$	$3c_1$ $3c_2$	$4c_1$ $4c_2$	$7c_1$ $7c_2$	$8c_1$ $8c_2$	9с									
15	Вес прицепного катящегося груза	[illegible]00	10000	15000	15000	15590	15000	8335	15800	15600	15000	15000	8980 15240	Килограммы	28000—100000	Легк. Тяж.	
16	Полный вес поезда P	[illegible]00	15500	22235	22270	22160	22160	13835	23300	23100	22500	22500	14480 22280	Килограммы	39500—113300	Легк. Тяж.	
16а	Отношения сцепного веса к весу поезда { Pc / Pu	[illegible]9	0,354	0,325	0,326	0,323	0,323	0,39	0,322	0,325	0.333	0,333	0,37 0,326	Отвлеченные числа	0.22—0.08	Легк. Тяж.	
17	— передних Pm / — трактора Pm	[illegible]0	0,50	0.52	0,53	0,56	0,56	0,53	0,50	0,49	0,50	0,51	0,52 0.52	Отвлеченные числа		Легк. Тяж.	
18	— задних Pm / — трактора Pm	[illegible]0	0,50	0,48	0.46	0,44	0,43	0,44	0,49	0,59	0.49	0,48	0,48 0,48	Отвлеченные числа		Легк. Тяж.	
19	— передних Pc / общий Pc	[illegible]6	0,47	0,42	0,41	0,50	0,40	0,49	0,42	0,41	0,50	0,51	0,47 0,46	Отвлеченные числа	0,33	Легк. Тяж.	
20	— задних Pc / — общий Pc	[illegible]	0,53	0,53	0,58	0,49	0,38	0.51	0,58	0,58	0,50	0,49	0,52 0,54	Отвлеченные числа	0,54—0,68	Легк. Тяж.	
21	Pu / Pm (общий)	0,[illegible]1	0,146	0,319	0,302	0,363	0,391	0,279	0,328	0,327	0,270	0.273	0,192 0,321	Отвлеченные числа	0,57—0,82	Легк. Тяж.	
22	Pr / Pm (общий)	0,[illegible]9	2,083	2,734	2,700	2,857	0,915	1937	2.798	2,761	2.540	2.546	1,930 2,731	Отвлеченные числа	3,84—13,7	Легк. Тяж.	
23	Мотор; число цилиндров	[illegible]	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	—	Число	4		
24	Цилиндры { Диаметр Д	[illegible]	100	100	100	120	120	95	130	130	125	125	—	милим.	130		
25	Ход поршня С	[illegible]	140	140	140	150	160	140	160	160	140	140	—	милим.	200		
26	Нормальное число оборотов n	[illegible]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	—	Число	1000		
27а	Рабочие объемы цилиндров (литраж) o	[illegible]	6,6	6,6	6,6	7,24	7,24	3,97	8,48	[illegible],48	6,88	6.88	—	Литры	10,6		
27б	Мощность на обода ведущих колес Ma по формуле $M_a = 0{,}0315\ \eta_m\ \eta_t\ n.\ o.\ \alpha$.	2[illegible]2	26,2	26.2	26,2	30	30	15,94	34	34	29	29	22,8 29.8	Лошадей Лошадей	46,2	Легк. Тяж.	[illegible] механ. отдача — 0,85 η_t — терм. отдача. 0,25 α отд. передач. — 0,6—0,7
28а	Вес поезда приходящ. на 1 лошадь мощности на ободе	5[illegible]	590	849,5	850	740	740	870	685	680	775	775	666 762	Килограммы	765—2100	Легк. Тяж.	
28б	Вес груженого трактора на одну лошадь мощности на ободе	2[illegible]	210	276	276	237,5	237	350	220	220	260	260	257 248	Килограммы	221—256	Легк. Тяж.	
28в	Вес пустого трактора на 1 лошадь мощности на ободе	13[illegible]	185	210	212	175	170	270	177	177	205	200	212 191	Килограммы	140	Легк. Тяж.	
29	Скорость движения трактора (в час) в километрах { 1-ая	2.[illegible]	2,8	2,8	2,8	2,38	2,38	2,5	3	3	2.9	2,9	—	Километры (час)	1,4		
	2-ая	7	7	7	7	4,75	4,75	5,8	5,6	5,6	5,6	5,6	—	Километры (час)	3,6		
	3-ая	1[illegible]	12	12	12	7,95	7,95	8,	9	9	9,5	9,5	—	Километры (час)	6,3		
	4-ая	19,[illegible]	19,3	19,3	19,3	12,6	12,6	14,5	15	15	17	17	—	Километры (час)	9,1		
	5-ая	—	—	—	—	21,35	21,35	22	—	—	—	—	—	Километры (час)	—		
30	Ширина хода A	—	—	1,45	1.45	1,79	1,79	1,63	1,5	1,5	1,75	1,75	—	Метры	пер. 1,85—1.89 (зад.)		
31	Расстояние между осями	—	—	—	—	3	3	2,8	3.6	3,6	3,4	3,5	—	Метры	3,50		
32	Общая длина	—	—	5,5	5,5	5,7	5,7	4.775	6.3	6,3	5,8	5.8	—	Метры	5,435		
33	Собственный вес прицепок Pm	25[illegible] 25[illegible]	2805 2825	3400 3410	3725 3715	2960 3040	— —	2290 —	— —	— —	— —	— —	2666 3040	Килогр.	— 3200	легк. тяж.	
34	Полезная нагрузка прицепок Pu	10[illegible] 21[illegible]	2195 2175	4100 4090	3775 3785	4540 4460	— —	2710 —	— —	— —	— —	— —	2310 4125	Килогр.	— 4300	легк. тяж.	
35	Полный вес груженых прицепок Pc	3[illegible] 50[illegible]	5000 5000	7500 7500	7500 7500	7500 7500	7630 7630	5000 3335	7925 7875	7820 7780	7500 7500	7530 7470	4490 7590	Килогр.	— 7500	легк. тяж.	
36	Нагрузка на передние оси прицепок	21[illegible]	2080 2135	2460 2660	2770 2790	2500 3580	— —	2010 —	— —	—	— —	— —	2090 2960	Килогр.	— 3100	легк. тяж.	
37	Нагрузка на задние оси прицепок	2[illegible]	2915 2865	5040 4840	4730 4710	4000 3920	— —	2990 —	— —	— —	— —	— —	2910 4540	Килогр.	— 1600	легк. тяж.	
38	Pn / Pm в прицепках	0,76[illegible]	0.783 0,769	1,205 1,999	1,013 1,018	1,533 1,467	— —	1,83 —	— —	— —	— —	— —	0,874 1,372	Отвлеченные числа	— 1 35	легк. тяж.	
39	Pu / Pc в прицепках	0.4[illegible]	0, 43 0.435	0,546 0,545	0.593 0,505	5,605 0,594	— —	0,542 —	— —	— —	— —	— —	0,461 0,556	Отвлеченные числа	— 0,57	легк. тяж.	
40	Ширина железных ободьев прицепок	1[illegible]0 1[illegible]0	140 140	180 180	189 180	12 пер. 170 зд.	170 пер 170 зад.	150 —	— —	— —	— —	— —	— —	Миллим.	— 170	легк. тяж.	
41а	Нагрузка на 1 пог. снтм. Ширина о ода прицепок { перед. оси	[illegible]6	74 76	68 74	77 77	146 105	— —	07 —	— —	— —	— —	— —	73 91	Килограммы	— 91	легк. тяж.	
41б	задн. оси	1[illegible]2	104 102	140 134	131 131	118 115	— —	09 —	— —	— —	— —	— —	102 128	Килограммы	— 135	легк. тяж.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Таблица № 2

Сводка данных о тяговых свойствах тракторов с 4 ведущими колесами заводов Шатильон-Панар, Блюм—Лятиль, Рено и Шнейдер и с 2 ведущими колесами завода Фиат (тип 20В) на дорогах различных качеств, а также и таких тракторов, конструкция коих возможна, как комбинация 4 ведущих колес и колесных поясов (Чинголи).

№№ по поряд.	Качества дорог.	Подъемы в %	Средний сцепной вес Pc ведущих осей в тоннах: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В	Средний вес прицепного груза в тоннах Pr: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Средняя скорость поезда V на горизонтальном участке в километрах: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	На подъемах, в килом.: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Коэффициент сопротивления катанию K: При-цепок.	Колес. тракт.	Коэф. сцепления ведущих колес достаточный φ: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Шоссе хорошего качества сухое.	0	5,5	7,4	7,2	—	—	—	22	22	18	—	—	—	—	0,018 0,018 0,018	0,4	0,4	0,3
2	Тоже	18	—	13	—	—	30,3			—	—	—	1,5		0,018	0,018	—	0,66	—
3	Тоже.	18	—	7,5		—	18,7	—		—	—	—	2,25	—	0,018	0,018	—	0,66	—
4	Тоже.	12	—	7,5	—	—	28,5	—		—	—	—	2,25	—	0,018	0,018	—	0,66	—
5	Шоссе среднего качества сухое.	0	5,5	7,4	7,2	—	—	—	19	19	17	—	—	—	—	0,03 0,03 0,03	0,4	0,4	0,3
6	Тоже.	8	5,5	7,4	7,2	—	—	—	—	—	—	16	16	18	—	0,03 0,03 0,03	0,4	0,4	0,3
7	Тоже	0	—	7,4	—	—	7	—		16	—	—	—	—	0,04	0,03	—	0,4	—
8	Тоже.	0	—	13	—	—	212	—	—	1,75	—	—	—	—	0,03	0,03	—	0,52	—
9	Тоже	0	—	—	7,2			100	—	—	4	—	—		0,03	0,03	—		0,49
10	Тоже	18	—		9	—		15	—	—	—	—	—	2,4	0,03	0,03	—		0,56
11	Шоссе среднего качества, непорченное дождями.	0	5,5	7,4	—	9	15,1	—	14	11,5	—	—	—	—	0,035 0,035	0,035 0,035	0,36	0,36	—
12	Тоже.	8	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	4,25	3,5	—	0,035 0,035	0,035 0,035	0,36	0,36	—
13	Дорога плохая мощеная, сухая, местами усыпанная мелким камнем.	12	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	3,25	2,75	—	0,03 0,03	0,03 0,03	0,4	0,46	—
14	Тоже скользкая.	12	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	Буксовали.		—	0,03 0,03	0,03 0,03	0,18	0,18	—
15	Хорошая грунтовая дорога.	1	—	7,4	—	—	7	—	—	—	—	—	11,5	—	0,04	0,03	—	0,3	—
16	Грунтовая дорога с плотным, но неровным полотном.	22	5,5	7,4	—	—	—	—	—	—	—	4,5	4,5	—	—	0,05 0,05	0,35	0,35	—
17	Тоже грязноватое.	18	5,5	7,4	—	—	—	—	—	—	—	Буксовали.		—	—	0,06 0,06	0,17	0,17	—
18	Тоже.	18	5,5	7,4	—	—		—	—	—	—	5,25	5	—	—	0,06 0,06	0,25	0,25	—
18а	Буксирование вагонов по ж. д. колее.	0	—	7,4	—	—	500 600	—	—	3	—	—	—		0,0033	0,03	—	0,4	—
19	Хорошая грунтовая дорога, твердая, но мокрая.	0	5,5	7,4	—	9	15,1	—	10,5	8,5	—	—	—	—	0,045 0,045	0,045 0,045	0,3	0,3	—
20	Тоже грязноватая.	0	5,5	7,4	—	9	15,1	—	12	10	—	—	—	—	0,045 0,045	0,045 0,045	0,25	0,25	—
21	Тоже.	6	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	4,5	4	—	0,04 0,04	0,04 0,04	0,31	0,31	—
22	Грунтовая дорога с твердым полотном но грязная, размягченная дождями.	0	5,5	7,4	—	9	15,1	—	10	10	—	—	—	—	0,04 0,04	0,04 0,04	0,17	0,17	—
23		3	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	Буксовали.		—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,17	0,17	—
24		3	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	6	5	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
25	Тоже.	7,1	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	Буксовали.		—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
26	Тоже.	7,1	5,5	7,4	—	4,5	8	—	—	—	—	6	6	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
27	Глинистая вязкая дорога.	13,5	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	Буксовали.		—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,36	0,36	—
28	Тоже.	13,5	5,5	7,4	—	4,5	8	—	—	—	—	3,5	3,5	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,36	0,36	—
29	Тоже.	7	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	4,5	3,25	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,36	0,36	—
30	Грязная мергельная дорога.	0	5,5	7,4	—	9	15,1	—	10	8,5	—	—	—	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
31	Тоже.	8	5,5	7,4	—	9	15,1	—	—	—	—	Буксовали.		—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
32	Тоже.	8	5,5	7,4	—	4,5	7	—	—	—	—	5,25	5	—	0,046 0,046	0,046 0,046	0,25	0,25	—
33	Песчаная дорога, поросшая травой.	0	—	6,5	—	—	8,64	—	—	2,0	—	—	—	—	0,24	0,24	—	0,56	—
34	Тоже.	3	—	6,5	—	—	8,64	—	—	—	—	—	1,8	—	0,24	0,24	—	0,56	—
35	Сыпучий песок мелкий.	0	—	6,5	—	—	8,64	Буксовали.		—	—	—	—		0,35	0,35	—	0,18	—
36	Тоже.	0	—	6,5	—	—	8,64	—		Тяга лебедкой 0,6		—	—		0,35	0,35	—	0,82	—
37	Сыпучий песок крупный.	0	5,5	7,4	7,2	—	—	}	Буксовали.		4,3	—	—	—	—	0,3 0,3 0,25	0,15	0,15	0,46
38	Болотистой луг с торфяной корой.	0	—	6,5	—	—	5,5	—	—	2,75	—	—	—	—	0,22	0,22	—	0,46	—
39	Формулы для расчетов и обозначения.		Pc.		Q.	Pr.			V клм./час.			V клм./час.			K.		φ.		

№№ по поряд.	Мощность мотора действительная Nq в лошад. при 1000 обор.: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Теоретическая сила тяги по мощности мотора в килограммах: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Сила сцепления или сила тяги по сцеплению в килограммах: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В	Сила тяги на крюке, необходимая для преодоления сопротивления в килограммах: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Процент использования мощности мотора или К.П.Д. передачи: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Мощность мотора на ободе ведущих колес при 1000 обор. N авт. в лош.: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Использования силы сцепления: 4 вед. к. Л.	4 вед. к. Т.	Фиат 20В.	Примечание. К. П. Д. коэф. полезного действия.
1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1	38	49	66	466	691	810	2200	2960	2160	99	133	239	21,5	22	29,5	8,2	10,8	19,5	4,5	4,5	11	Без чинголи.
2	—	66	—	—	11880	—	—	8580	—	—	8580	—	—	72	—	—	47,5	—	—	90	—	Возможн. комбин. 4 вед. к. и чинг.
3	—	57	—	—	6840	—	—	4950	—	—	4950	—	—	72,3	—	—	41,2	—	—	100	—	Тоже.
4	—	57	—	—	6840	—	—	4950	—	—	4950	—	—	72,3	—	—	41,2	—	—	100	—	Тоже.
5	38	49	66	540	694	1048	2200	2960	2160	165	222	399	30,5	32	38,2	11,6	14,7	25,2	7,5	7,5	19	
6	38	49	66	641	830	990	2200	2960	2160	440	592	792	68,5	71,5	80	26	35	52,8	28	27	36	
7	—	44	—	—	740	—	—	2960	—	—	500	—	—	67,5	—	—	29,7	—		11		
8	—	66	—	—	10183	—	—	6760	—	—	6750	—	—	60,4		—	43,8	—	—	91		Возм. комбин. 4 вед. к. и чинголи.
9	—	—	66	—	—	4455	—	—	3528	—	—	3528	—	—	79	—	—	52,1		—	100	С чинголи.
10	—	—	66	—	—	7425	—	—	5940	—	—	5880		—	79	—	—	52,1			99	С чинголи.
11	38	49	—	733	1151	—	1980	2664	—	507	787	—	69	58,5	—	26,2	33,6	—	26	30	—	
12	38	49	—	2414	3780	—	1980	2664	—	1667	2587	—	69	68,2	—	26,2	33,4	—	84	98	—	
13	38	49	—	2158	4811	—	2200	3404	—	2175	3375	—	68,9	70	—	26,2	34,3	—	99	99	—	С цепями на подсохшем подъеме и без цепей на сухом.
14	38	49	—	—	—	—	900	1332	—	2175	3375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Сила сцепл. меньше потребной силы тяги для преодол. подъема, поэтому буксовали даже те колеса кои были с цепями.
15	—	44	—	—	1033	—	—	2220	—	—	720	—	—	69,7	—	—	30,7	—	—	32,5	—	
16	38	49	—	2280	2940	—	1925	2590	—	1485	1998	—	65,7	68,5	—	25	33,6	—	77	77	—	
17	38	49	—	—	—	—	935	1258	—	1320	1776	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Без цепей.
18	38	49	—	1944	2646	—	1375	1850	—	1320	1776	—	67,9	67	—	25,8	32,8	—	97	97	—	С цепями.
18а	—	49	—	—	4200	—	—	2960	—	—	2850	—	—	67	—	—	32,8	—	—	97	—	Буксирование применяется во Франции, согласно сведениям 1921 года.
19	38	49	—	977	1556	—	1650	2220	—	6525	1012,5	—	66,8	65	—	—	—	—	40	46	—	
20	38	49	—	855	1323	—	1375	1850	—	580	900	—	67,8	68	—	—	—	—	43	50	—	
21	38	49	—	2280	3307	—	1705	2294	—	1450	2250	—	64	67	—	—	—	—	85	98	—	
22	38	49	—	1026	1323	—	935	1258	—	648	840	—	63	63,5	—	—	—	—	69	67	—	
23	38	49	—	—	—	—	935	1258	—	1102	1710	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Колеса буксовали, ибо сила сцепления оказалась меньше силы тяги, потребной для преодоления сопротивления на подъеме.
24	38	49	—	1710	2646	—	1375	1850	—	1102	1710	—	64,4	64,6	—	—	—	—	81	92	—	Шли с цепями.
25	38	49	—	—	—	—	1375	1850	—	1690	2632	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Буксовали за недостатком силы сцепления, хотя и были с цепями.
26	38	49	—	1710	2646	—	1375	1850	—	1170	1802	—	68,4	68,1	—	—	—	—	85	97	—	Шли с цепями.
27	38	49	—	—	—	—	1980	2664	—	2610	4050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Буксовали, хотя были с цепями.
28	38	49	—	2931	3780	—	1980	2664	—	1810	2592	—	61,7	68,6	—	—	—	—	91	98	—	Шли с цепями.
29	38	49	—	2280	4071	—	1980	2664	—	1690	2625	—	61,5	63,1	—	—	—	—	85	98	—	Тоже.
30	38	49	—	1026	1556	—	1375	1850	—	467	1035	—	65	66,5	—	—	—	—	48	56	—	Тоже.
31	38	49	—	—	—	—	1375	1850	—	1727	2835	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Имея цепи буксовали, ибо велик прицепной груз
32	38	49	—	1944	2646	—	1375	1850	—	1260	1814	—	64,8	68,1	—	—	—	—	91	98	—	Шли с цепями.
33	—	44	—	—	5700	—	—	3793	—	—	3700	—	—	65,0	—	—	—	—	—	98	—	
34	—	44	—	—	6390	—	—	4153	—	—	4153	—	—	[illegible]	—	—	—	—	—	96	—	Шли с цепями при подкладывании под колеса веток и досок.
35	—	44	—	—	—	—	—	845	—	—	5300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Буксовали с цепями.
36	—	44	—	—	Работа лебедки.		—	5330	—	—	5300	—	—	66,8	—	—	—	—	—	100	—	Ввиду невозможн. иметь коэф. сцепления 0,82 трактор крепился на месте, а груз подтягивался лебедкой.
37	38	49	66	—	—	4062	825	1100	3300	1650	2220	3260	—	—	78,0	—	—	—	—	—	98	Буксовали. Шел с чинголи.
38	—	44	—	—	4000	—	—	2990	—	—	2640	—	—	66,1	—	—	—	—	—	88	—	Шел с цепями.
39	$Nq = 0{,}0315 \times 0{,}85 \times 0{,}25 \times 1000 \times 0$ где 0 литр. цилинд.			$Zm = \frac{N\,270}{v}$			$Z\varphi = \varphi P$ при 4 в. к. $Z\varphi = \varphi Q$ при 2 в. к.			$Zw = W = 1000\ Ps\,\% + 1000$ к.			α			$N\,ua = N\partial\alpha$.			%			


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
388.3 K94I C001
Issledovanie sredstv mekhanicheskoi per
3 0112 089899592